

Technická univerzita v Liberci

Hospodářská fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2010

Martin Král

Technická univerzita v Liberci
Ekonomická fakulta

Studijní program: N 6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Podniková ekonomika

Statistické metody v controllingu

Statistical methods in controlling

DP-EF-KSY-2010-02

MARTIN KRÁL

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Rozkovec Ph.D., Katedra statistiky
Konzultant: Ing. Jiří Koval, Delphi Packard Electric, s.r.o.

Počet stran: 85
Datum odevzdání: 7. května 2010

Počet příloh: 4

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KRÁL**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika**
Název tématu: **Statistické metody v controllingu**
Zadávací katedra: **Katedra ekonomické statistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Definice, výběr, prvotní mapování vybraných podnikových procesů. Procesní toky.
2. Podrobné mapování podnikových procesů, jejich vstupů a výstupů, sběr dat, definování typů statistických proměnných. Statistická procesní kontrola.
3. Analýza dat pomocí statistických nástrojů, hledání příčin nepřesností a poruchovosti v procesech a jejich následků.
4. Navržení postupů pro zlepšení procesů a zavedení těchto opatření.
5. Kontrola procesů pomocí SPC a potvrzení účinnosti nových opatření.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

65 - 75

Forma zpracování diplomové práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

KIEMELE, M.J., SCHMIDT, S.R. and BERDINE R.J. Basic statistics Tools for continuous improvement. 4th ed., Colorado Springs: Air Academy Press, LLC, 1997. 779 pgs. ISBN 1-880156-06-7.

SCHMIDT, S.R. and LAUNSBY, R.G. Understanding Industrial designed experiments. 4th ed., Colorado Springs: Air Academy Press, LLC, 1994. 666 pgs. ISBN 1-880156-03-2.

SIXTA, J. a MAČÁT, V. Logistika teorie a praxe. 1. vyd. Brno: CP Books, a.s., 2005. 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

KOVANICOVÁ, D. Abeceda účetních znalostí pro každého. 16. aktualizované vyd. Praha: Bova Polygon, 2006. 403 s. ISBN 80-7273-130-0.

HORÁLEK, V. Principy statistických přejímek. Publikace č.2, Praha: Česká společnost pro jakost, o. s., 1991. 16s.

KRÁL, B., aj. Manažerské účetnictví. 2., rozšířené vyd. Praha: Management Press, 2006. 623 s. ISBN 80-7261-141-0.

DUPAČ, V. , HÁJEK, J. Pravděpodobnost ve vědě a technice. 1. vydání, Praha: ČSAV, 1962. 144 s.

Delphi Corporation Internal policies

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Jiří Rozkovec

Konzultant diplomové práce:

Katedra ekonomické statistiky

Ing. Jiří Kovala

Datum zadání diplomové práce:

31. října 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

7. května 2009

doc. Dr. Ing. Olga Hasprová

děkanka



Ing. Vladimíra Hovorková Valentová, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2009

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladu, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 30.04.2010

.....

Anotace

V diplomové práci je popisován a částečně využíván kontrolingový modul logistiky databáze SAP R/3. Modul je součástí softwarového produktu společnosti SAP, databáze, která slouží pro řízení podniku. Tento modul je hlavním zdrojem dat, které jsou v práci použity při sběru, měření, analyzování, zlepšování a kontrole podnikových procesů, kterými se práce zabývá. Dále byl používán statistický software MINITAB, v kterém jsou provedeny statistické analýzy. Pro přechod a přenesení dat ze SAPu do Minitabu byl použit program Microsoft Excel, kde se též data třídila. Excel byl též využit u některých analýz.

První část práce je věnována pojmům a definicím týkajících se kontrolingu a statistických metod. Byl zde charakterizován mezinárodní podnik působící v automobilovém průmyslu a jeho materiálové toky v kanban systému.

Druhá část práce se zaměřuje na vyhodnocení materiálů, konkrétně kabelových ok a jejich materiálových pohybů. Vyhodnocuje ztrátovost a odpadovost tohoto materiálu a pomocí statistických metod vyhodnocuje prostřednictvím materiálových pohybů oblasti, kde dochází k neefektivnosti využívání tohoto materiálu a též jeho odpadovosti. Po implementaci nápravných opatření dále vyhodnocuje účinnost těchto náprav a optimalizací.

Klíčová slova

Podnikový informační systém, SAP R/3, Minitab, Excel, kontroling, statistické metody, anova, regrese, TTest, materiálový tok, kanban, kanbanová karta, skladové místo, problem solving projekt, kabelové oko, definice projektu, měření, mapa procesu, statistická kontrola procesu, stabilita, způsobilost procesu Cpk, analýza procesu, interaction plot, graf interakce, dvoufaktorová anova, jednofaktorová anova, fáze zlepšení, nápravná opatření, sklad logistiky, skladu výroby, slabá místa, fáze kontroly, úspory materiálu, regresní analýza.

Annotation

The logistics controlling module of SAP R/3 is partly described and used in this diploma work. The module is a part of SAP company database product which is used for a company control and management. This module is a main source of data which are applied in this work during the phases of define, measure, analyze, improve and control of company processes. There was a statistical software MINITAB further used for data statistical analyzes. The microsoft Excel was also used for a data transfer from SAP databáze to Minitab. Some data sorting, analyzing and evaluations were done in Excel as well.

The first part of a diploma work is deserring on terms and definitions of controlling and statistical methods. The international automotive component manufacturer and the intracompany material flows via kanban systém are characterized here.

The second part of a diploma work is focused on material cost evaluations, the cable rings and their material flows were the involved parts. The material loss and scrap is analyzed and evaluated through material logistic movements and areas of the process defectiveness are identified by statistical methods. After the implementation of corrective ations there were their effects evaluated and confirmed.

Keywords

Enterprice information system, SAP R/3, Minitab, Excel, controlling, statistical methods, anova, regression, TTest, material flow, kanban, kanban tiket, store place, problem solving project, cable ring, project definition, measure, process map, statistical process kontrol, process capability Cpk, process analyze, interaction plot, two–way anova, one–way anova, improvement phase, corrective actions, logistic warehouse, production warehouse, weak points, control phase, material cost savings, regression

OBSAH

Seznam zkratk a symbolů	7
Seznam tabulek.....	8
Seznam obrázků.....	9
1. Úvod	11
2. Kontroling.....	13
3. Statistické metody	14
3.1 Dvoutřídová anova	14
3.2 Jednotřídová anova	14
3.3 Dvoutřídový t–test s rovností rozptylů	14
3.4 Lineární regrese	14
3.5. Statistické kontrolní grafy	15
4. Charakteristika podniku.....	16
5. Tok materiálu podnikem – Kanban systém	18
5.1. Pohyb materiálu ve výrobě dle kanbanových karet.....	18
5.2 Popis skladového místa	20
5.3 Schéma pohybu materiálu dle kanbanových karet	21
5.4 Popis pohybu materiálu dle štítků přepravy	22
6. Spotřeba a využití kabelových ok.....	24
6.1 Fáze Definice	24
6.1.1 Účel projektu	24
6.1.2 Detaily projektu	24
6.1.3 Vizualizace zobrazení popisovaných a sledovaných komponentů.....	25
6.1.4 Závěr fáze definice projektu	25
6.2 Fáze Měření	26
6.2.1 Mapa procesu toku materiálu sklady, výrobou a expedicí	26
6.2.2 Získání seznamu komponent	27
6.2.3 Sestavení přehledu toku materiálu.....	31
6.2.4 Potenciální slabá místa, nedostatky a příčiny ztrátivosti komponentů.....	31
6.2.5 Úroveň výroby	32
6.3 Fáze Analýzy	39
6.3.1 Interaction plot.....	39
6.3.2 Vyvážená dvoutřídová anova	40
6.3.3 Závěry fáze Analýzy.....	56
6.4 Fáze zlepšení procesu	58
6.4.1 Skladování kabelových ok ve skladu logistiky 0010.	58
6.4.2 Skladování kabelových ok ve skladu výroby 0020 a oblasti montáže.	59
6.4.3 Slabá místa procesu a jejich minimalizace	59
6.4.4 Závěry fáze Zlepšení	64
6.5 Fáze kontroly procesu.....	65
6.5.1 Získání dat pohybu materiálu po nápravných opatřeních.....	65
6.5.2 Úroveň výroby v období po nápravných opatřeních	65
6.5.3 SPC statistická kontrola procesu výroby	66
6.5.4 Stabilita (způsobilost) procesu Cpk před a po nápravných opatřeních	68
6.5.5 Vyvážená dvoutřídová anova	72
6.5.6 Závěry fáze kontroly – analýzy procesů po fázi zlepšení.....	80
6.5.7 Úspory vyčíslené po zlepšení procesu při montáži kabelových ok	81
7. Závěr	83
Seznam použité literatury	85

Seznam zkratek a symbolů

ANOVA	Analyse of Variance (Analýza rozptylu)
atd.	a tak dále
AZNP	Automobilové závody národní podnik
BP	Bílá přepravka
C	Controllable (kontrolovatelný)
Cpk	Process Capability (způsobilost procesu)
Cr	Critical (kritický)
č.	Číslo
DF	Degrees of freedom (stupně volnosti)
DMAIC	Define, measure, analyse, improve, control (definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat, kontrolovat)
EI	Electrical Instalation (elektrická instalace)
FPY	First Passed Yield (výťažnost)
H_0	Nulová hypotéza
I-MR	Individual and Moving Range (Graf individuálních hodnot a rozptylu)
IPO	Input, Process, Output (vstup, proces, výstup)
ISO	International Organization for Standardization (mezinárodní organizace pro standardizaci)
KLT	Kraft Leistung Transport (plastové přepravky)
KSK	Kunden
MS	Mean Square (průměrný čtverec)
N	Noise (šum)
např.	například
Obr.	Obrázek
OEM	Original Equipment Manufacture (koneční výrobci produktu)
P	Probability
PKF	předkonfekce
PPM	Parts per million (počet defektů na milion dodaných kusů)
P-value	Probability value (hodnota pravděpodobnosti)
resp.	respektive
S	SOP
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer (Dodavatel, vstup, proces, výstup, zákazník)
SOP	Standard Operation Procedure (standardní operační procedura)
SPC	Statistical process control (Statistická procesní kontrola)
SPCXL	SPC in Excel (SPC v Excelu)
SS	Sum of Squares (suma čtverců)
Tab.	Tabulka
tzv.	tak zvaný

Seznam tabulek

Tab. 1 – Klíčové ukazatele projektu	25
Tab. 2 – Seznam měděných dílů – kabelových ok	28
Tab. 3 – Sestava dílů získaná transakcí MCBE	29
Tab. 4 – Kontingenční tabulka	30
Tab. 5 – Projekty používající kabelová oka	32
Tab. 6 – Počet vyrobených aut (ks)	32
Tab. 7 – Výpočet procent FPY	35
Tab. 8 – Souhrnná data problémových materiálů	41
Tab. 9 – Počty aut za měsíc	65
Tab. 10 – Data stažená pro aplikaci Anovy	66
Tab. 11 – Výpočet % FPY před nápravnými opatřeními	68
Tab. 12 – Výpočet % FPY po nápravních opatřeních	68
Tab. 13 – Data pro zpracování Anovy	72
Tab. 14 – Obraty materiálů v Kč	81
Tab. 15 – Regresní analýza	82

Seznam obrázků

Obr. 1– Schéma toku materiálu	19
Obr. 2 – Kanbanová karta.....	19
Obr. 3 – Tok materiálu kanbanovým skladem	20
Obr. 4 – TOK.....	21
Obr. 5 – Štítek přepravky	22
Obr. 6 – Schéma pohybu materiálu	23
Obr. 7 – Vizuální zobrazení komponentů.....	25
Obr. 8 – Mapa procesu toku materiálu sklady, výrobou a expedicí	26
Obr. 9 – SAP menu.....	27
Obr. 10 – Sestava komponentů.....	28
Obr. 11 – Transakce MCBE	29
Obr. 12 – Procesní mapa	31
Obr. 13 – Statistická kontrola procesu u projektu A05	33
Obr. 14 – Statistická kontrola procesu u projektu A5	33
Obr. 15 – Statistická kontrola procesu u projektu D3	34
Obr. 16 – Popisná statistika pro FPY	35
Obr. 17 – Způsobnost procesu (% FPY)	36
Obr. 18 – Analýza Cpk.....	36
Obr. 19 – Paterův diagram zobrazující materiálové náklady	37
Obr. 20 – MINITAB.....	39
Obr. 21 – Interaction Plot	40
Obr. 22 – Data materiálu 10810758	42
Obr. 23 – Výsledky testu normality dat.....	42
Obr. 24 – Výsledky testu rozptylu dat.....	43
Obr. 25 – Výsledná zpráva testu rozptylu dat	43
Obr. 26 – Dvoufaktorová Anova	44
Obr. 27 – Výsledná zpráva dvoufaktorové Anovy	44
Obr. 28 – Krabicový graf.....	45
Obr. 29 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb do skladu	46
Obr. 30 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb ze skladu	46
Obr. 31 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb do skladu	47
Obr. 32 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb ze skladu	47
Obr. 33 – Test shodnosti rozptylu dat pro sklad 0010.....	48
Obr. 34 – Výsledná zpráva pro test shodnosti rozptylu dat pro sklad 0010.....	48
Obr. 35 – Test shodnosti rozptylu pro sklad 0020.....	49
Obr. 36 – Výsledná zpráva pro test shodnosti rozptylu dat pro sklad 0020	49
Obr. 37 – Výsledná zpráva anovy	50
Obr. 38 – Krabicový graf pro sklad 0010.....	50
Obr. 39 – Krabicový graf pro sklad 0020	51
Obr. 40 – Data použitá pro funkci TTEST	52
Obr. 41 – Výsledná zpráva TTESTu	52
Obr. 42 – Data materiálu 10864993	53
Obr. 43 – Test normality materiálu 10864993	53
Obr. 44 – Výběr kontrolního grafu.....	54
Obr. 45 – IMR graf pro celý proces.....	55
Obr. 46 – Výsledná zpráva IMR.....	55
Obr. 47 – Xbar Chart pro celý proces.....	56

Obr. 48 – Sklad kabelových ok ve skladu logistiky 0010	58
Obr. 49 – Plán podniku – skladování materiálu	59
Obr. 50 – Skladování materiálu u montážních linek	60
Obr. 51 – Skladování materiálu na pracovišti předkonfekce.....	60
Obr. 52 – Skladování materiálu na pracovišti PKF a linky po nápravném opatření	61
Obr. 53 – Nástřihový stroj Filomat.....	62
Obr. 54 – Technologické odpady u nástřihového stroje Filomat	62
Obr. 55 – Měřicí zařízení.....	63
Obr. 56 – Navíjecí zařízení.....	63
Obr. 57 – Transakce MCBE	65
Obr. 58 – Statistická kontrola procesu u projektu A5	67
Obr. 59 – Statistická kontrola procesu u projektu A05	67
Obr. 60 – Test normality po nápravných opatřeních	69
Obr. 61 – Způsobnost procesu před nápravným opatřením	70
Obr. 62 – Způsobnost procesu po nápravných opatřeních	70
Obr. 63 – Způsobnost procesu před nápravnými opatřeními	71
Obr. 64 – Způsobnost procesu po nápravných opatření.....	71
Obr. 65 – Test normality pro materiál 10810758	73
Obr. 66 – Test rozptylu dat pro materiál 10810758	74
Obr. 67 – Výsledná zpráva testu rozptylu pro materiál 10810758.....	74
Obr. 68 – Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy pro materiál 10810758.....	74
Obr. 69 – Krabicový graf.....	75
Obr. 70 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb IN.....	76
Obr. 71 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb OUT.....	76
Obr. 72 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb IN.....	77
Obr. 73 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb OUT.....	77
Obr. 74 – Test rozptylu pro pohyb IN a OUT ve skladu 0010	78
Obr. 75 – Test rozptylu pro pohyb IN a OUT ve skladu 0020	78
Obr. 76 – Výsledné zprávy jednofaktorové anovy pro sklady 0010 a 0020	79

1. Úvod

Téma diplomové práce bylo vybráno na základě zkušenosti z podniku působícího v automobilovém průmyslu. Jedná se o reálnou aktivitu, na jejímž základě byly provedeny potřebné kroky pro optimalizaci nákladů na kompletaci výrobku, zefektivnění tohoto procesu a zvýšení ziskovosti pomocí snížení nákladů prodáváných výrobků.

Práce je zaměřená na nadnárodní podnik působící v českém prostředí a jeho aktivity vedoucí ke zlepšování procesů a snižování vlastních výrobních nákladů. Rozvoj tržního prostředí přináší dnes do všech odvětví tvrdý konkurenční boj. Po vstupu do Evropské unie se ještě aktuálněji nabízí otázka konkurenceschopnosti v mezinárodním měřítku. Je nutné hledat všechny cesty ke zvyšování produktivity práce a k vyšší ekonomické efektivnosti podnikatelské činnosti. Firma věnuje všemnu pozornost hlavnímu předmětu podnikání. Tam se soustřeďuje pozornost vrcholného managementu, analyzují se procesy a provádějí se optimalizace. Všechny tyto činnosti představují velké nákladové zatížení pro každou organizaci. Proto je jim věnována maximální pozornost.

Zlepšování vnitropodnikových procesů, resp. činnost prováděná uvnitř podniku pro dosažení tohoto cíle, je strukturovaná metodologie pevně založená na přesných datech sloužící k eliminování defektů, ztrát či problémů v řízení efektivnosti ve všech směrech výroby, logistiky, financí a služeb nebo dalších obchodních aktivit. Metodologie je založena na kombinaci ustálených technik statistického řízení, jednoduchých i pokročilých metod analýzy dat a systematického tréninku všech osob v organizaci, kteří se zabývají aktivitami a určenými cíli. Pomocí této metodologie lze dosáhnout v závěru cílů sloužících k překonání očekávání a spokojenosti zákazníka, což je vizí celé společnosti..

Výrobní a materiálové náklady obecně představují jednu z nejvýznamnějších nákladových položek podniku. Úkolem každého podniku je hledat řešení, jak snížit materiálové a výrobní náklady podniku tak, aby nedošlo k ohrožení plnění jeho podnikatelských záměrů.

Výrobní náklady v podniku představují přibližně 86% z podnikového obrátu. S rostoucími náklady se stále objevuje potřeba tyto náklady ještě lépe kontrolovat a snížit je na přijatelnou hodnotu a zároveň zefektivnit proces výroby.

Praktická část práce je zpracována statistickými metodami. Ke zpracování metod bylo použito statistického softwaru MINITAB, podnikové databáze SAP a aplikace Microsoft Excel. Pomocí popisných statistických metod používaných při měření se zjišťovalo

rozložení souborů dat při působení počtu nepatrných, nezávislých, či slabě závislých činitelů u kvantitativních dat. Statistická práce je rozdělena do několika etap. Jde o etapu statistického zjišťování neboli šetření, statistického zpracování a konečně o etapu statistického vyhodnocování.

Pomocí statistického šetření byla získávána potřebná data pro sestavení komplexních dat používaných v průběhu celé praktické části. Tato data byla sbírána jednak za delší časové období (pět měsíců před fází analýzy a zlepšování) a jednak pro kratší období (tři po sobě jdoucí měsíce po fázi zlepšení) ve fázi kontroly, aby bylo potvrzeno, zda přijatá opatření byla účinná.

V oblasti zpracování pro zjištění rozdělení dat je používána popisná statistika a intervalové odhady. Všechna zjištění jsou graficky prezentována.

Pro statistické vyhodnocení, tzn. rozbor statistických údajů byla použita jednofaktorová a dvoufaktorová anova. Před anovou byly provedeny statistické testy hypotéz na normální rozdělení a nezamítnutí nulové hypotézy rozptylů, které jsou předpokladem pro použití anovy. Tyto statistiky sloužily k zjišťování vzájemných vztahů mezi vybranými ukazateli.

2. Kontroling

Materiálové náklady představují významnou složku celkových nákladů výrobního podniku. Primárním cílem managementu výrobního podniku je přizpůsobit se aktivně měnícímu se okolí a zachovat a rozvíjet identitu podniku. Z toho vyplývá zachovat životaschopnost daného podniku. Proto se tato práce především věnuje kontrolingu materiálovému neboli logistickému.

Kontroling je chápán jako metoda řízení pro zvýšení účinnosti systému pomocí neustálého a systematického srovnávání skutečnosti a plánovaného stavu "

Účelem logistického kontrolingu je pořízení údajů, jejich zpracování a předání managementu pro potřeby rozhodování. Zaměřuje se na permanentní kontrolu hospodárnosti především porovnáním plánu se skutečností (u nákladů a výkonů). Cílem je vybudování celkové soustavy kalkulace nákladů a výkonů, vč. systémů logistických ukazatelů. Předpokladem logistického kontrolingu je přesná definice odkazovaných veličin výkonů a jejich základ tvořících relací vstup/výstup (IN/OUT).

Směr kontrolingu je významně určen oborem činnosti podniku, jeho hospodářskou strategií a úspěšností. V rámci podnikového rozhodování bývá úkolem optimalizace kapacit, výkonů služeb, fixních nákladů a rozpočtů. Kontrolingoví pracovníci vytvářejí základy informačního managementu, spolupůsobí na tvorbě logistického plánu a provádějí logistické kontroly. Postup bývá obecně shrnut do několika fází. První z nich je stanovení cílů (realistické vymezení obsah, rozsahu a časového horizontu). Následuje zjištění skutečnosti (vymezení rozsahu měření, stanovení ukazatelů, určení bodů a postupů měření), analýza odchylek při překročení tolerance (interpretace příčin vzniklých odchylek které jsou informace pro rozhodování), plánování opatření (vymezení těžiště zaměřených opatření, určení zodpovědných osob a lhůty, očekávané náklady), stanovení plánované hodnoty a zobrazení a edice výsledků orientovaných na nositele, rozhodování, detailizace (operativní a realistické výkaznictví a výsledky).

¹ SIXTA, J. a MAČÁT, V. Logistika teorie a praxe. 1. vyd. Brno: CP Books,a.s., 2005. 315 s. ISBN 80-251-0573-3. s 286.

3. Statistické metody

3.1 Dvoufaktorová anova

Analýza testuje hypotézu, která předpokládá, že jednotlivé výběry pocházejí ze stejného základního rozdělení pravděpodobnosti, v porovnání s alternativní hypotézou, která předpokládá, že základní rozdělení pravděpodobnosti není u všech výběrů stejné.

Provádí se experimenty na různých úrovních dvou faktorů A a B. Kombinace úrovní faktorů tvoří mřížkovou strukturu jejímž elementem je tzv. cela. Platí že cela $[ij]$ odpovídá i -té úrovni faktoru A a j -té úrovni faktoru B. V každé cele je obecně n_{ij} opakování. Pokud je v každé cele jen 1 opakování jedná se o anovu bez opakování. Pokud je v každé cele více než jedno opakování, ale ve všech celách stejný počet pak jde o dvoufaktorovou anovu. Pokud je v každé cele více než jedno opakování, a počet se v celách liší je anova nevyvážená.

3.2 Jednofaktorová anova

Tento nástroj provádí jednoduchou analýzu rozptylu dat z jednoho nebo více výběrů. Analýza testuje hypotézu, která předpokládá, že jednotlivé výběry pocházejí ze stejného základního rozdělení pravděpodobnosti, v porovnání s alternativní hypotézou, která předpokládá, že základní rozdělení pravděpodobnosti není u všech výběrů stejné. Pokud by existovaly pouze dva výběry, bylo by možné rovnocenně použít funkci listu TTEST. V případě více než dvou výběrů nelze pomocí funkce TTEST získat dostatečné zobecnění, proto je vhodnější použít model jednofaktorové analýzy rozptylu.

3.3 Dvouvýběrový t–test s rovností rozptylů

Tento analytický nástroj provede Studentův t–test pro dva výběry. Při tomto typu t–testu, který je označován jako homoscedastický t–test, se předpokládá, že obě sady dat pocházejí z rozdělení se stejnými rozptyly. Pomocí tohoto t–testu lze určit pravděpodobnost toho, zda oba výběry pocházejí z rozdělení se stejnými středními hodnotami souborů.

3.4 Lineární regrese

Analytický nástroj Regrese provede lineární regresi tak, že pomocí metody nejmenších čtverců proloží přímkou sadou pozorování. Regrese umožňuje analyzovat, jakým způsobem

ovlivňují hodnoty jedné nebo více nezávislých proměnných hodnotu jedné závislé proměnné.

Lze například provést analýzu vlivu věku, hmotnosti a výšky na výkon sportovce. Na základě skupiny výsledků může být každému z těchto tří faktorů přiřazen podíl na výkonu a pomocí získaných hodnot předpovědět výkon nového netestovaného sportovce.²

3.5. Statistické kontrolní grafy

Statistické kontrolní grafy byly původně představeny Dr. Walterem Shewhartem. Předpokladem je, že jsou rozlišovány dva typy variability dat podle příčiny vzniku této variability. První příčina je nazývána jako „obecná“, kdy se proces vyvíjí přirozeně bez působení vnějších faktorů. Druhá je nazývána jako „speciální“, kdy se předpokládá působení vnějšího faktoru. Data ve své variabilitě pak přesahují statistickou kontrolní hranici 3 sigma. Proces v takovém případě není pod statistickou kontrolou a není predikovatelný. V tomto případě je předpoklad, že data nejsou normálně rozdělena, je však snadnější odhalit příčinu variability. Grafy jsou vybírány podle typu dat, kde základní dělení je na kvalitativní a kvantitativní. V této práci byly použity dva typy. Prvním byl IMR chart, tj. graf individuálních hodnot a jejich rozptylu. Pomocí tohoto grafu je proces pozorován jako celek bez nějakých určitých podkupin. Každá hodnota je tedy posuzována individuálně. Druhým grafem je Xbar R chart, tj. graf průměru a rozptylu. Tímto grafem je proces pozorován z hlediska podskupin dat, kdy jsou vyhodnocovány skupiny z hlediska příčiny variability dat.²

² Zdroj: Basic statistics ISBN 1-880156-Ob-7 str.6-32 a Microsoft Excel

4. Charakteristika podniku

Společnost Delphi s.r.o. vznikla v roce 1992 na základech podniku AZNP v Bělé p. Bezdězem (tehdejší majitel Škoda Auto, a. s.) se 100% vstupem kapitálu nadnárodní společnosti Delphi Automotive System. Tato společnost má několik divizí operujících na celém světě zabývajících se různými obory převážně v automobilovém průmyslu. Z toho pohledu se jedná o silnou společnost, o jejíž cílech není nutno pochybovat. V současnosti má společnost Delphi Packard Electric, s. r. o. dva společníky. Jedním je společnost Delphi Holdings Luxemburg S.á.r.l. IČ B 99207 Bascharage, route de Luxemburg 1, L-4940 Lucemburské velkovévodství, se 100 % podílem na firmě (viz Výpis z obchodního rejstříku).

Hlavním předmětem podnikání společnosti je výroba, montáž a prodej elektrické kabelové instalace a příslušných dílů pro motorová vozidla, dále koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a zprostředkovatelské služby a činnosti související.

Společnost vyrábí elektroinstalace pro velkého tuzemského výrobce automobilů Škoda Auto, a. s., ale také pro okolní, sousední zahraniční výrobce (BMW, Audi). Každý den, ve třech směnách, vyrobí zaměstnanci okolo 3000 ks svazků, které pak logistickými cestami putují k zákazníkovi. Výroba je rozdělena na jednotlivé projekty, které úzce spolupracují se zákazníkem, a jsou schopné pružně reagovat na případné momentální požadavky zákazníka.

Společnost Delphi je jedním z největších zaměstnavatelů v regionu Česká Lípa a v současnosti zaměstnává 1700 zaměstnanců, z nichž se přímo na výrobě podílí 1290 pracovníků. Dalších 352 zaměstnanců patří do ostatních výrobních úseků nezbytných pro plynulý chod výroby jako je expedice, kontrola jakosti, materiálové hospodářství, vzorkovna, režijní sklad, údržba apod. Samozřejmě jako každý podnik má Delphi i technicko-hospodářské zabezpečení, kde pracuje 58 pracovníků.

Jelikož se jedná o velkou společnost, je zřejmé, že na každou výrobní jednotku je vyvíjen tlak na vytvoření určité hierarchické struktury řízení. Pokud by tomu tak nebylo, neobdržel by podnik certifikáty ISO, jejichž dodržování je předmětem jak interního tak externího auditu. Zejména vnitřní audit je zaměřen na rozbor podnikových procesů, jejich dodržování, archivaci dat, výkresů, účetních výkazů apod.

Základem je v podniku týmová práce. Pracovníci spolupracují na společných úkolech. Je stanovena role vedoucího týmu a ten společně s prací koordinuje práci svých podřízených.

Jsou zde používány různé techniky řízení, jejichž základem je vysoká informovanost každého pracovníka. Samozřejmě, že informovanost pracovníka ve výrobě je trochu jiná než pracovníka v kanceláři. Řízení lidí je přes „open book management“.³ To platí především pro pracovníky v kancelářích. Ve výrobě převládá jeden vedoucí a příkazy přichází pouze od něj. Po finanční stránce se o informovanost stará oddělení kontrolingu.

V Delphi se uplatňuje hlavně strategický přístup manažerů, jako je plánování dlouhodobých kapacit a zároveň strategické vyjednávání s odbory. Zúčastňuje se ho jednatel společnosti a personální ředitelka, kteří prosazují zájmy firmy.

Zajišťování dodržování personální politiky manažerů ke svým podřízeným kontroluje personální oddělení. Pracovníci jsou pravidelně proškolení dle jejich oboru. Na každého nevýrobního pracovníka je každoroční limit zvyšování kvalifikace 16.000 CZK, u výrobních dělníků školení zajišťuje interní školitel.

Vize firmy (čím chce podnik být) je ve společnosti Delphi shrnuta větou: Být uznáván svými zákazníky jako jejich nejlepší dodavatel. Poslání firmy zase říká, co bude firma dělat. Poslání společnosti Delphi je být vedoucí výrobce automobilových systémů a komponentů a z těchto technologií aplikovat určité systémy do ostatních odvětví, kde by se mohlo dosáhnout stálých konkurenčních výhod. Cílem je pracovat společně se zaměstnanci, dodavateli a akcionáři tak, aby byla profitabilně zajištěna vysoká hodnota firemních systémů a technologických řešení pro zákazníky.

Strategií podniku je být pro zákazníka nejlepší dodavatel. Jedině tehdy nebude mít zákazník důvod obrátit se k jinému dodavateli. Odběrateli společnosti jsou pouze velké společnosti, OEMs (original equipment manufacturers neboli koneční výrobci produktu) nikoliv jednotlivci (spotřebitel). Tudíž celá tato strategie má opodstatnění, společnost se musí orientovat výhradně na zákazníka, protože, co zákazník, to významná zakázka umožňující v Čechách vytvářet pracovní příležitost v oboru výroby elektroinstalací specifickým tím, že na výrobek je požadována 100 % kvalita.

³ Významný nástroj řízení založený na schopnosti průměrného pracovníka odevzdávat dobrou práci. S pracovníky se zachází jako s rovnocenným partnerem a jsou mu svěřovány všechny potřebné informace.

5. Tok materiálu podnikem – Kanban systém

Kanban systém je uváděn v práci pro vyjádření plynulého toku materiálu podnikem. Tento fakt je předpokladem pro statistické vyšetřování materiálových toků, jejich stabilnosti a konstantnosti a předpokladu těsné korelace s úrovní finální výroby.

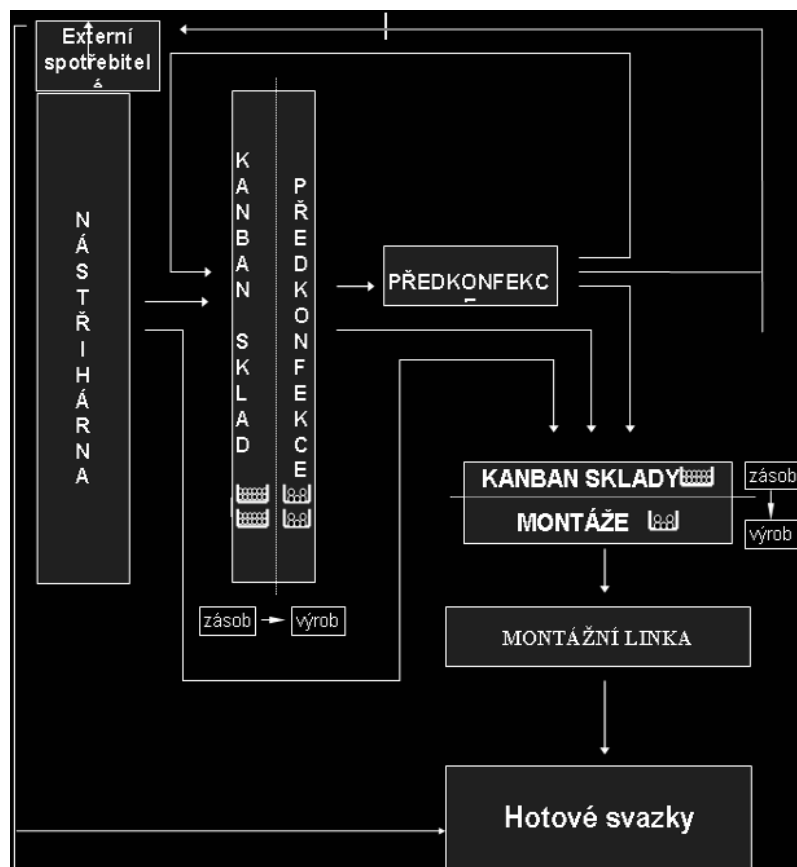
Kanban stanovuje systém řízení výroby a pohybu materiálu v procesu výroby svazků EI, který platí pro všechny provozy, oddělení a výrobní úseky závodu Česká Lípa.

5.1. Pohyb materiálu ve výrobě dle kanbanových karet

Na

Obr. 1 je znázorněn přehledně tok materiálu ve výrobě, která využívá systém kanban. Předkonfekce, montážní pracoviště, montážní linky a externí spotřebitelé jsou materiálem zásobovány pouze z příslušných kanbanových meziskladů. Materiál je v kanbanových skladech uložen ve dvou dávkách. První dávka je dávka výrobní, ze které odebírá spotřebitel. Druhá dávka je dávka zásobní, která je s předstihem naplňována jednotlivými výrobci. Hlavním dokumentem, podle kterého se materiál vyrábí a ukládá v přepravkách do kanbanových skladů, je kanbanová karta a platný pracovní postup. Ke každé přepravce je navíc napevno připevněn štítek přepravky. Kanbanová karta je karta, na které je vyznačen typ a struktura materiálu, skladové množství a umístění ve skladu. Pomocí přesunů kanbanových karet je docíleno, že se materiál doplňuje pravidelným rytmem a umožňuje tak okamžitě nahradit spotřebovaný materiál novým. Externími spotřebiteli jsou myšleny výrobní úseky závodu a spolupracujících firem umístěné mimo prostor hlavního závodu v České Lípě.

Vzhled Kanban karet používaných v závodě Delphi Česká Lípa a v závodech jeho externích dodavatelů je zobrazen na Obr. 2. Materiál je pak ukládán a přepravován právě dle vzhledu karty. Barevné znaky označují spotřebitele. Příslušnost k projektu je vyjádřena v identifikačním čísle dílu a barva papíru karty pak označuje zákazníka. Používají se přitom dva druhy přepravek: Bílá přepravka (BP) a modrá přepravka (KLT) různých velikostí.



Obr. 1– Schéma toku materiálu
Zdroj: Interní materiály Delphi

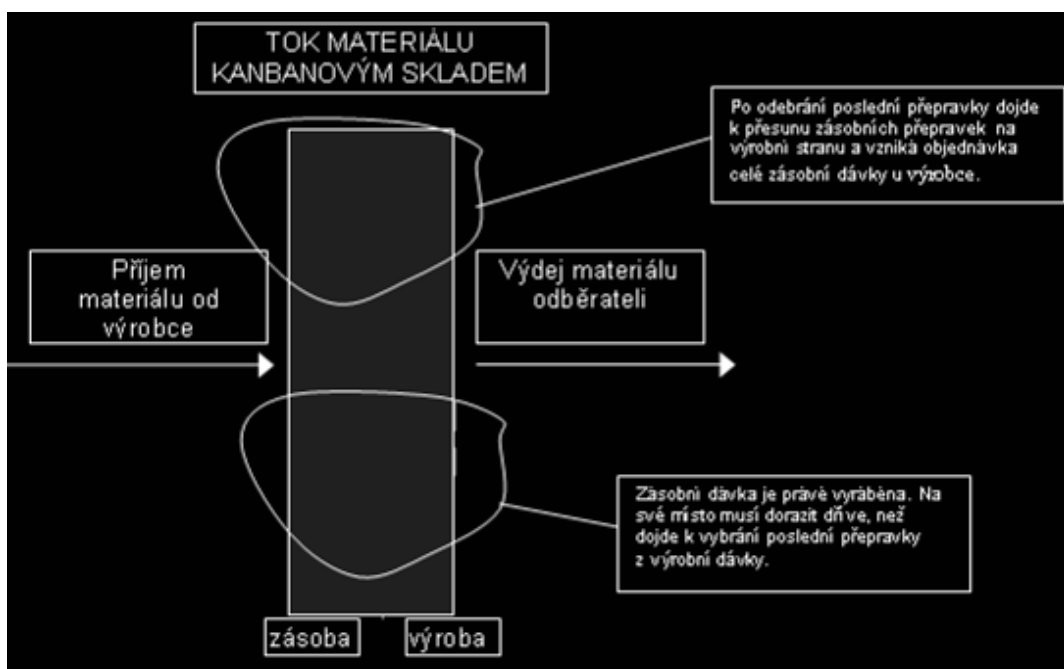
DELPHI ČESKÁ LIPA		
Delphi CR ident. číslo		
01000070		
Datum vydání dokumentace (Platné od)		
01.03. 1997		
Depth - křeslo text	0,5 (DB-E4)	
práce číslo	Sluč	
142002	0021	
Skupina	Podskupina	
6 / 2		
Práce číslo	Číslo	Kusů v provozu
01	/	02
		2.050 KS
Práce číslo	Práce číslo	Práce číslo
01	02	03
Center - Stř.	Výrob. čas / 100 KS	
	3.700 MIN	
	Nákladové středisko	
	4100	

Obr. 2 – Kanbanová karta
Zdroj: Interní materiály Delphi

5.2 Popis skladového místa

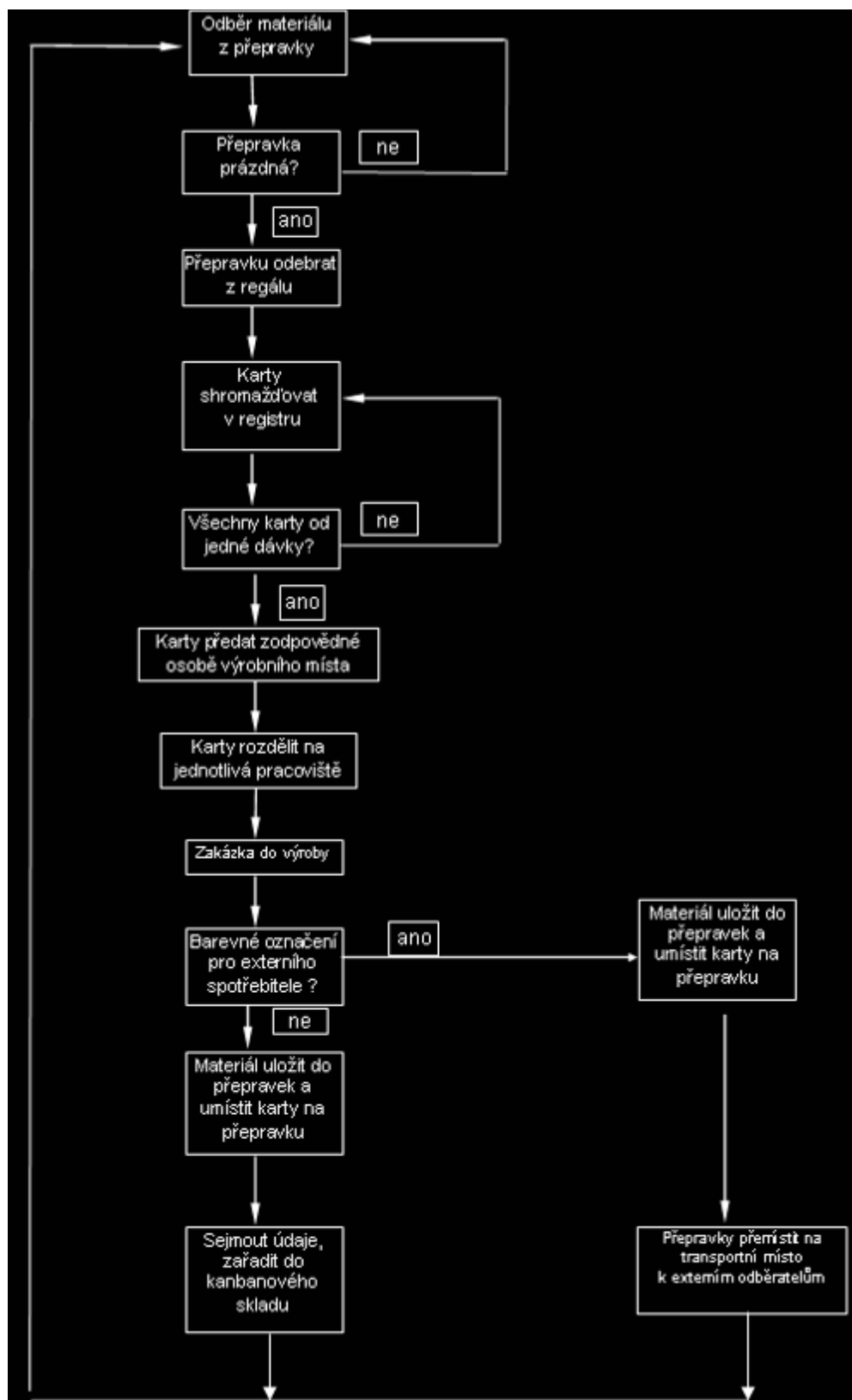
Kanbanový mezisklad tvoří plastické přepravky, které jsou uloženy v regálech na vyhrazeném skladovacím prostoru. Evidence skladovaných druhů vodičů a podkompletů je vedena na PC, který je umístěn na pracovišti dispečerů výroby. Pracovní seznam vodičů, velikost jejich dávky a uložení ve skladu je na výtisku připevněném na tabuli v čele skladu.

Příklad skladového místa je patrný z Obr. 3. Celkové množství vodiče je rozděleno na dvě dávky – výrobní a zásobní, shodně situované v celém skladu jedním směrem. Výrobní dávka je tvořena jednou nebo větším počtem přepravek s materiálem určeným k výběru a zásobování pracovišť odběratele. Dle zásad kanban systému musí být její místo vždy ve skladu obsazené. V opačném případě se jedná o narušení systému. Zásobní dávka je vždy tvořena celou dávkou přepravek; buď je právě vyráběna na pracovištích výrobce, nebo je zařazena ve skladu na zásobní straně regálů.



Obr. 3 – Tok materiálu kanbanovým skladem
Zdroj: Interní materiály Delphi

5.3 Schéma pohybu materiálu dle kanbanových karet



Obr. 4 – TOK

Zdroj: Interní materiály Delphi

5.4 Popis pohybu materiálu dle štítků přepravy

Montážní pracoviště hotových modulů (elementů)

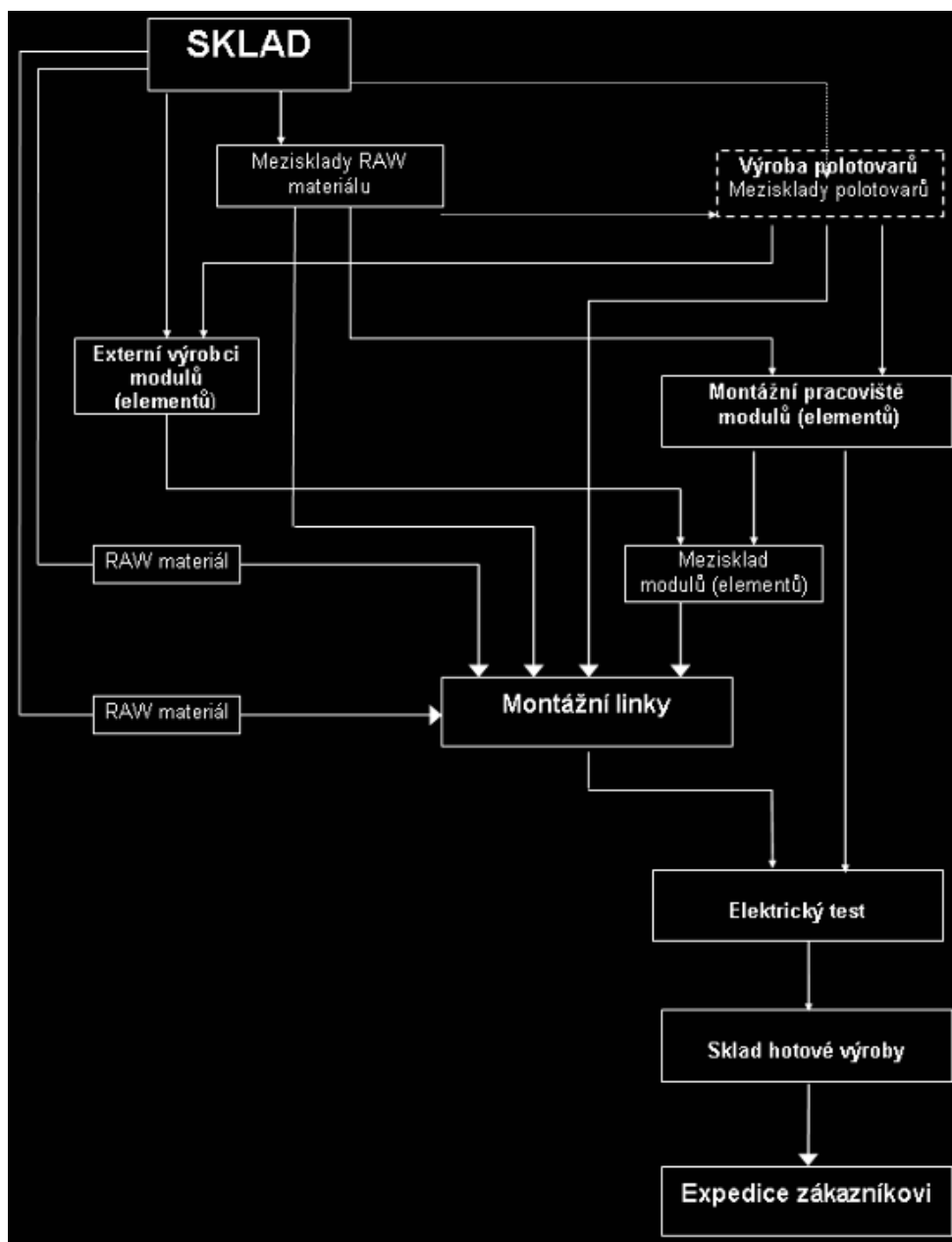
Montážní pracoviště hotových modulů jsou zásobována z meziskladů polotovarů (vodičů a podkompletů, vstupujících do modulů bez jiných úprav), a meziskladu RAW materiálu. Zásobování provádí k tomu určení přísunáři, kteří kontrolují množství RAW materiálu na jednotlivých montážních pracovištích a průběžně ho doplňují ze skladu RAW materiálu. Materiál ze skladu vodičů a podkompletů doplňují následujícím způsobem: U každého montážního pracoviště je stojan, na kterém jsou umístěny všechny potřebné vodiče a podkomplety. Od každého typu jsou zde umístěny dva svazky. Jeden z nich je rozbalen a zpracováván. Identifikační štítek z tohoto svazku je viditelně umístěn na k tomu určeném místě. Druhý svazek je zabalen. Obsluha spotřebuje první svazek, rozbalí druhý svazek a štítek umístí na určené místo. Prísunář při průběžných kontrolách zjistí, že na pracovišti je pouze jeden svazek a to je pro něj signálem k dodání dalšího svazku z příslušného skladu.

Zásobování montážních linek

Montážní linky jsou zásobovány RAW materiálem z hlavního skladu, nebo z meziskladu RAW materiálu, hotovými moduly z meziskladu hotových modulů a polotovary z meziskladů polotovarů (vodičů a podkompletů, vstupujících do svazků bez jiných úprav). Zásobování linek hotovými moduly provádí přísunář z meziskladu modulů průběžně dle potřeb jednotlivých pracovišť. Tento materiál je k linkám dodáván v KLT přepravech. Zásobování RAW materiálem provádí určení přísunáři výrobního úseku. RAW materiál doplňují při kontrolách množství materiálu na pracovištích z hlavního skladu nebo meziskladu RAW materiálu. Doplňování hotových modulů vyráběných interně je zajištěno pravidelným pohybem napevno označených KLT přepravek štítkem přepravy (Obr. 5). Pohyby a zodpovědnosti pro výrobu hotových modulů jsou patrné ze schématu na Obr. 6.

Číslo odběratele	Číslo DELPHI	Dodavatel
1U2 970 014 D	110152	Č.L.
NAZEV		Číslo prac. HUT
Alarm		4010 31
PREPRAVKA / CELKEM	Ks v přepravce	Pozice na lince
01 / 02	10	2
CMLP - TPV - 050302		

Obr. 5 – Štítek přepravy
Zdroj: Interní materiály Delphi



Obr. 6 – Schéma pohybu materiálu
Zdroj: Interní materiály Delphi

Tento systém pohybu zásob byl ve firmě implementován přibližně v roce 2000. Jeho výhodou je, že má firma neustále přehled o výši inventury a umí ji tak i řídit. Nevýhodou naopak jsou větší náklady držené v zásobách a u nízkopenetračních dílů možnost dlouhodobého uložení materiálu. KSK systém⁴ způsobuje někdy tzv. urgency, změnou objednávky dojde materiál v důsledku nízké hladiny materiálu.

⁴ KSK systém je výroba podle specifických požadavků zákazníka.

6. Spotřeba a využití kabelových ok

K aplikaci statistických metod v kontrolingu byl vybrán proces spotřeby a využití kabelových ok. Jedná se o vnitropodnikovou aktivitu, resp. materiálový tok v němž vznikají nedostatky (odpady, ztrátovost). Tato problematika je řešena pomocí nástrojů tzv. „problem solving“ postupů a struktury DMAIC, což je zkratka anglických slov define (definice), measure (měření), analyze (analýza), improve (zlepšení) a control (kontrola) . Podle této struktury je postupováno a jednotlivé aktivity a kroky jsou vyjádřeny v následujících kapitolách.

6.1 Fáze Definice

V této úvodní části je již detailně popsán proces, který byl vybrán jako ztrátový. Je vyjádřen účel projektu a další údaje a aktivity, které je nutné vědět, ještě před samotným řešením problému.

6.1.1 Účel projektu

Účelem projektu je prošetřit situaci ohledně spotřeby, zmetkovosti a využití těchto komponentů, zjistit příčiny vyšších spotřeb než jsou určeny plánem dodávek a plánem spotřeb, napravit nedostatky v těchto procesech a nastavit proces tak, aby se zamezilo nadměrné spotřebě a bylo dosaženo redukce nákladů za materiál.

6.1.2 Detaily projektu

Kabelová oka jsou využívána v procesu výroby kabelových svazků v automobilovém průmyslu jako komponent, který se vyznačuje vysokým obsahem mědi. Měď je poměrně drahou komoditou, která významně ovlivňuje konečnou cenu tohoto výrobku. Tyto díly jsou v závodě skladovány na železných regálech a to jak ve skladu po příjmu materiálu, tak při skladování ve výrobě, kde jsou umístěny na regálech u montážních linek. V posledních měsících nastávají situace, kdy i přes plánování dodávek podle kusovníků hotových výrobků tyto komponenty docházejí rychleji než je plán dodávek a plán spotřeby materiálu.

Je nutné stanovit tým určený k provedení celého projektu. Projekt by měl být realizován pod záštitou ředitele závodu a vedoucího výroby. Je nutné zvolit metodického vedoucího neboli kouče, který v tomto případě je kontrolor. Dalšími členy týmu jsou pak vedoucí logistiky a další zástupce výroby. Ostatní osoby jsou přizvány dle potřeby.

Projekt by měl trvat 3 měsíce. Tým by měl být schopen dokončit všech pět fází „problem solving“ projektu, tj. Definice, Měření, Analýza, Zlepšení, Kontrola během cca 90 dní, pokud nenastanou příčiny či důvody pro delší dobu trvání projektu.

Oddělení, kde se problém vyskytuje nejvíce je výroba a logistika. Tyto oddělení budou spolupracovat na řešení pod záštitou svých vedoucích.

Klíčovými ukazateli projektu je příjem materiálu v ks, obrat materiálu v Eur (viz Tab. 1).

Tab. 1 – Klíčové ukazatele projektu

	Popis	Počáteční úroveň
1	Příjem materiálu / čtvrtletí	5.341.650 ks
2	Obrat EUR / čtvrtletí	359.444

Zdroj: Interní materiály Delphi

Popis projektu „Spotřeba a využití kabelových ok“ jako typu projektu „Innovation&continuous improvement a problem solving“ je zaznamenán v podniku Delphi pomocí dvou typizovaných formulářů. První z nich tzv. Contract Sheet popisuje detaily projektu (viz Příloha 1) a druhý tzv. SIPOC popisuje začátek procesu, samotný proces, konec procesu, vstupy a výstupy procesu, celý proces z nejvyšší perspektivy, dodavatele vstupů a zákazníka výstupů, požadavky zákazníka na výstupy a požadavky procesu na vstupy (viz Příloha 2). Tyto formuláře jsou obecně používány ve všech Delphi společnostech na světě jako „problem solving tools“ (nástroje k řešení problémů).

6.1.3 Vizuální zobrazení popisovaných a sledovaných komponentů

Součástí definice problému je samozřejmě i vizuální zobrazení problémových a sledovaných komponentů. Kabelová oka a jejich různá provedení jsou znázorněna na Obr. 7.



Obr. 7 – Vizuální zobrazení komponentů

Zdroj: Interní materiály Delphi

6.1.4 Závěr fáze definice projektu

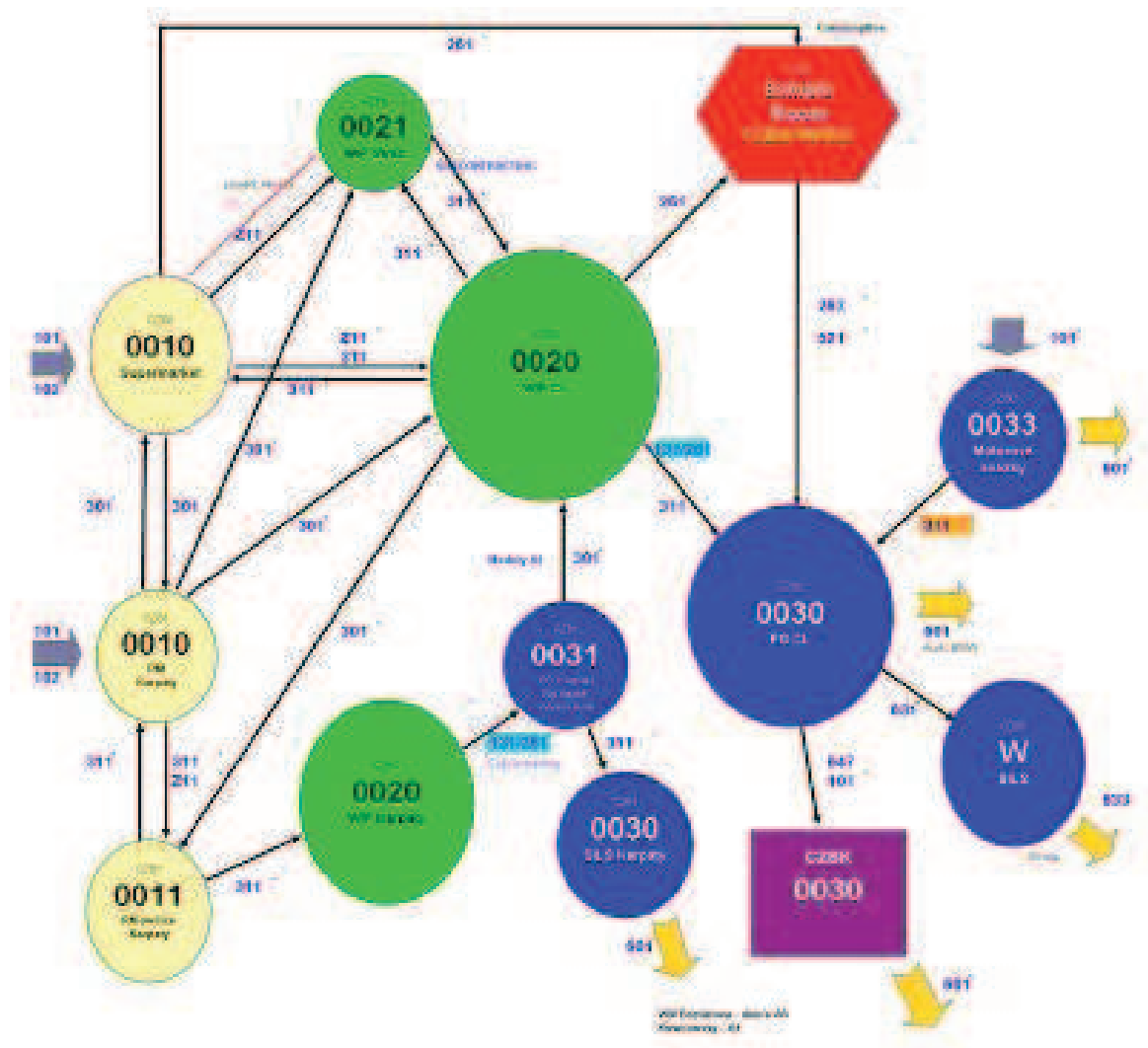
Byly popsány hlavní problémy toku materiálu a určen tým lidí k nápravě tohoto problému. Obecně jsou tyto údaje obsaženy ve formuláři „Contract sheet“. Tok materiálu jako proces, jaké byly jeho vstupy a výstupy, byl stručně zmapován pomocí formuláře SIPOC. Dále bylo pokračováno fází měření, aby byly získány údaje pro analýzu problému.

6.2 Fáze Měření

V této části projektu je nutno získat potřebná měřitelná data a údaje, které se týkají daného problému, zmapovat proces a určit oblasti s potenciálními nedostatky.

6.2.1 Mapa procesu toku materiálu sklady, výrobou a expedicí

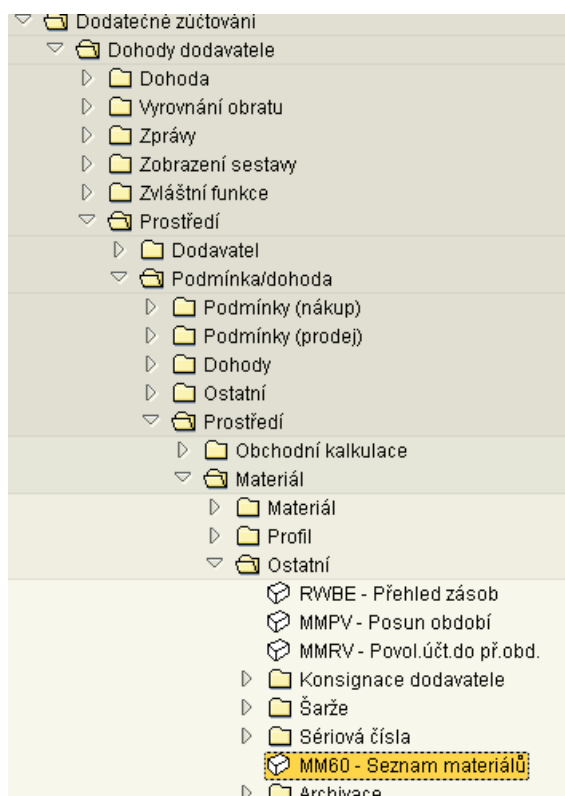
Pro lepší pochopení toku materiálu sklady výrobou i expedicí je níže uveden Obr. 8, kde jsou zachyceny veškeré sklady v podniku, tzn. sklady hotových výrobků (003x), sklady polotovarů a nedokončené výroby (002x) a sklady materiálu (001x). Kabelová oka se v tomto procesu jako surovina pohybují ve skladech 001x a ve skladu 002x. Ve skladu 002x se pak později stávají součástí polotovarů a hotových výrobků.



Obr. 8 – Mapa procesu toku materiálu sklady, výrobou a expedicí
Zdroj: Interní materiály Delphi

6.2.2 Získání seznamu komponent

Seznam dílů tedy kabelových ok získáme z podnikové databáze SAP provedením stažení neboli downloadu sestavy do aplikace Excel a podle skupiny a názvu materiálu vyfiltrujeme v programu Excel potřebné komponenty. Dále z logistického modulu (transakce MM60 viz Obr. 9) získáme seznam dílů s materiálovým pohybem přes procesy logistiky a výroby za období únor až červen.



Obr. 9 – SAP menu

Zdroj: Systém SAP R/3

Seznam měděných kabelových ok z databáze SAP je pak zobrazen na Obr. 10. Pro další pracování s tímto seznamem bylo nutné položky materiálů stáhnout do aplikace Excel (viz Tab. 2)

Seznam materiálů

Seznam materiálů														
Materiál Krátký text	ExtVýr Autor:	Záv	DatZm	DrM	SkupMat	MJ	NáO	ABC	DiA	TřOc	Cena	ěna	za	
10725176 kabelové oko (0,5-1,0) (sypane)	XWORLDSPN1	CZ60	12.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	252,07	CZK	100	
10725177 kabelové oko (1,5-2,5) (sypane)	CC_SZQXMT_01	CZ60	18.01.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	252,07	CZK	100	
10725178 kabelové oko (2,5-4,0) (sypane)	CC_SZQXMT_01	CZ60	12.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	277,22	CZK	100	
10725224 kabelové oko (4,0-6,0) (sypane)	CC_SZQXMT_01	CZ60	12.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	756,00	CZK	100	
10725349 hřebenový spoj 17 p. (s okem)-kovový	CC_WZY6JS_01	CZ60	16.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	395,84	CZK	100	
10725350 hřebenový spoj 15 p.-kovový	CC_WZY6JS_01	CZ60	16.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	343,53	CZK	100	
10725351 hřebenový spoj 13 p.-kovový	CC_WZY6JS_01	CZ60	16.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	380,69	CZK	100	
10731696 hřebenové spojení-Cu	CC_WZY6JS_01	CZ60	16.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	17,80	CZK	100	
10768484 matice M8-kovová	CC_SZQXMT_01	CZ60	16.03.10	HALB	01	KS	C01	P1	3000	S	85,60	CZK	100	
10775436 matice-kovová	CC_WZY6JS_01	CZ60	16.03.10	HALB	01	KS	C01	P1	3000	S	81,18	CZK	100	
10775480 hřebenový spoj 11 p.-kov	CC_WZY6JS_01	CZ60	27.01.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	325,00	CZK	100	
10775481 hřebenový spoj 13 p.-kov	CC_WZY6JS_01	CZ60	27.01.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	374,00	CZK	100	
10775885 hřebenový spoj 7 p.-kov	CC_WZY6JS_01	CZ60	16.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	98,64	CZK	100	
10778483 hřebenový spoj 3 p.-kov	CC_WZY6JS_01	CZ60	18.01.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	42,10	CZK	100	
10810758 kabelové oko (4,0) (trubické)	XWORLDSPN1	CZ60	16.03.10	HALB	CB44	KS	C01	P1	3000	S	233,14	CZK	100	

Obr. 10 – Sestava komponentů

Zdroj: Systém SAP R/3

Tab. 2 – Seznam měděných dílů – kabelových ok

10725176	TYCO ELECTRONICS LOGISTICS AG	kabelové oko (sypane)
10725177	TYCO ELECTRONICS LOGISTICS AG	kabelové oko (sypane)
10725178	TYCO ELECTRONICS LOGISTICS AG	kabelové oko (sypane)
10725224	TYCO ELECTRONICS LOGISTICS AG	kabelové oko (sypane)
10810758	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 4mm (trubickové)
10810759	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 6mm (trubickové)
10810760	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 10mm (trubickové)
10858865	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko (trubickové) (2,5)
10864993	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 2,5mm (trubickové)
13581728	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko (trubickové) (10,0)
13583936	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 10-12mm (trubickové)
13583937	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 6mm (trubickové)
13583938	SCHULTE & CO GMBH	kabelové oko 16mm (trubickové)
15338476	LEAR CORPORATION GMBH	kabel.oko-Cu+Fe(Sn)25-35mm(trubickové)

Zdroj: Vlastní zpracování

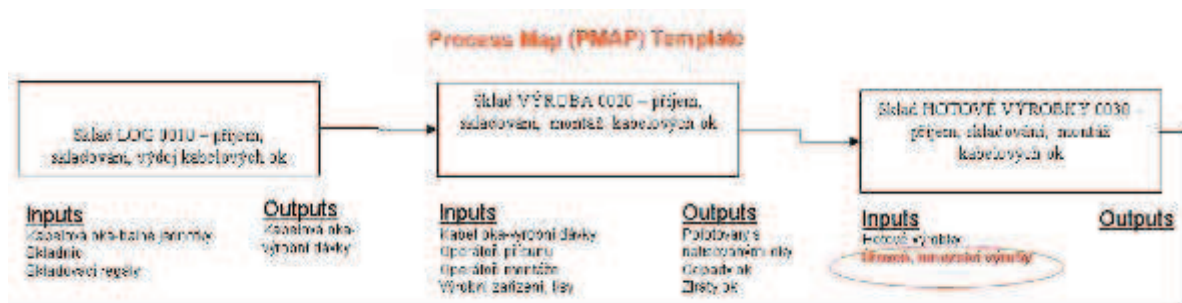
Dále bylo nutné určit logistické materiálové pohyby kabelových ok ze systému SAP. K tomu je potřeba transakce MCBE (viz Obr. 11), která spadá v menu SAP pod položku controlling logistiky. Zde se do pole materiál vloží čísla materiálů získaná v Tab. 2.

Tab. 4 – Kontingenční tabulka

		Data											
Material	Sklad	Měsíc	Součet z Příř.zás.	Součet z Úbyt.zás.	Součet z HodPříř.Zás.	Součet z HodnÚbyt.Zás.	MATERIAL	Sklad	IN	OUT	IN	OUT	
10725176	0010	1.2.2009	8000	6000	21729	16297	10725176	10	8000	6000	21 729 Kč	16 297 Kč	
		1.3.2009	0	6000	0	16297	10725176	10	0	6000	0 Kč	16 297 Kč	
		1.4.2009	6000	4000	16297	10864	10725176	10	6000	4000	16 297 Kč	10 864 Kč	
		1.5.2009	4000	4000	10864	10864	10725176	10	4000	4000	10 864 Kč	10 864 Kč	
		1.6.2009	4000	6000	16297	10864	10725176	10	4000	6000	10 864 Kč	16 297 Kč	
		1.2.2009	6000	4983	16297	13536	10725176	20	6000	4983	16 297 Kč	13 536 Kč	
	0020	1.3.2009	6000	4384	16297	11934	10725176	20	6000	4384	16 297 Kč	11 934 Kč	
		1.4.2009	4000	5511	10865	14969	10725176	20	4000	5511	10 865 Kč	14 969 Kč	
		1.5.2009	4000	3313	10864	9000	10725176	20	4000	3313	10 864 Kč	9 000 Kč	
		1.6.2009	6550	4637	17791	12594	10725176	20	6550	4637	17 791 Kč	12 594 Kč	
		1.2.2009	18000	15000	48990	40742	10725177	10	18000	15000	48 990 Kč	40 742 Kč	
		1.3.2009	12000	15000	32593	40742	10725177	10	12000	15000	32 593 Kč	40 742 Kč	
	10725177	0010	1.4.2009	12000	15000	32594	40742	10725177	10	12000	15000	32 594 Kč	40 742 Kč
			1.5.2009	12000	12000	32593	40742	10725177	10	12000	12000	32 593 Kč	32 593 Kč
			1.6.2009	18000	12000	48990	32593	10725177	10	18000	12000	48 990 Kč	32 593 Kč
			1.2.2009	15000	15759	40742	42803	10725177	20	15000	15759	40 742 Kč	42 803 Kč
1.3.2009			15000	12978	40742	36250	10725177	20	15000	12978	40 742 Kč	36 250 Kč	
1.4.2009			15000	16572	40742	45012	10725177	20	15000	16572	40 742 Kč	45 012 Kč	
0020		1.5.2009	12000	10203	32593	27711	10725177	20	12000	10203	32 593 Kč	27 711 Kč	
		1.6.2009	12000	14362	32593	39010	10725177	20	12000	14362	32 593 Kč	39 010 Kč	
		1.2.2009	9700	4850	28973	14487	10725178	10	9700	4850	28 973 Kč	14 486 Kč	
		1.3.2009	4850	9700	14487	28973	10725178	10	4850	9700	14 487 Kč	28 973 Kč	
		1.4.2009	4850	4850	14487	14487	10725178	10	4850	4850	14 487 Kč	14 487 Kč	
		1.5.2009	4850	4850	14486	14487	10725178	10	4850	4850	14 486 Kč	14 487 Kč	
10725178		0010	1.6.2009	4850	4850	14487	14487	10725178	10	4850	4850	14 487 Kč	14 487 Kč
			1.2.2009	4850	6565	14486	19609	10725178	20	4850	6565	14 486 Kč	19 609 Kč
			1.3.2009	9700	5402	28973	16136	10725178	20	9700	5402	28 973 Kč	16 136 Kč
			1.4.2009	4850	6808	14487	20334	10725178	20	4850	6808	14 487 Kč	20 334 Kč
	1.5.2009		4850	5487	14486	16419	10725178	20	4850	5487	14 486 Kč	16 419 Kč	
	1.6.2009		4850	8205	14487	24507	10725178	20	4850	8205	14 487 Kč	24 507 Kč	
	10725224	0010	1.2.2009	20000	20000	162914	162914	10725224	10	20000	20000	162 914 Kč	162 914 Kč
			1.3.2009	10000	15000	81457	122186	10725224	10	10000	15000	81 457 Kč	122 186 Kč
			1.4.2009	15000	15000	122186	122186	10725224	10	15000	15000	122 186 Kč	122 186 Kč
			1.5.2009	15000	10000	122186	81457	10725224	10	15000	10000	122 186 Kč	81 457 Kč
			1.6.2009	20000	20000	162914	162914	10725224	10	20000	20000	162 914 Kč	162 914 Kč
			1.2.2009	20000	17570	162914	143118	10725224	20	20000	17570	162 914 Kč	143 118 Kč
		0020	1.3.2009	15000	14228	122186	115897	10725224	20	15000	14228	122 186 Kč	115 897 Kč
			1.4.2009	15000	17891	122186	145736	10725224	20	15000	17891	122 186 Kč	145 736 Kč
			1.5.2009	10000	11535	81457	93900	10725224	20	10000	11535	81 457 Kč	93 900 Kč
			1.6.2009	20000	16300	162914	130579	10725224	20	20000	16300	162 914 Kč	130 579 Kč
1.2.2009			28000	40000	89877	128396	10810758	10	28000	40000	89 877 Kč	128 396 Kč	
1.3.2009			44000	44000	141236	141236	10810758	10	44000	44000	141 236 Kč	141 236 Kč	
10810758		0010	1.4.2009	44000	52000	168915	168915	10810758	10	44000	52000	168 915 Kč	168 915 Kč
			1.5.2009	64000	52000	205434	168915	10810758	10	64000	52000	205 434 Kč	168 915 Kč
			1.6.2009	56000	44000	179754	141236	10810758	10	56000	44000	179 754 Kč	141 236 Kč
			1.2.2009	40000	38319	128396	123001	10810758	20	40000	38319	128 396 Kč	123 001 Kč
	1.3.2009		44000	32611	141236	104677	10810758	20	44000	32611	141 236 Kč	104 677 Kč	
	1.4.2009		52000	42667	168915	136957	10810758	20	52000	42667	166 915 Kč	136 957 Kč	
	0020	1.5.2009	52000	22283	168915	71525	10810758	20	52000	22283	166 915 Kč	71 525 Kč	
		1.6.2009	44000	36236	141236	116313	10810758	20	44000	36236	141 236 Kč	116 313 Kč	
		1.2.2009	28000	36000	120240	120240	10810759	10	28000	36000	99 520 Kč	120 240 Kč	
		1.3.2009	40000	36000	133600	120240	10810759	10	40000	36000	133 600 Kč	120 240 Kč	
		1.4.2009	44000	44000	146960	146960	10810759	10	44000	44000	146 960 Kč	146 960 Kč	
		1.5.2009	64000	56000	213760	187040	10810759	10	64000	56000	213 760 Kč	187 040 Kč	
	10810759	0010	1.6.2009	56000	40000	187040	133600	10810759	10	56000	40000	187 040 Kč	133 600 Kč
			1.2.2009	36000	24379	120240	81424	10810759	20	36000	24379	120 240 Kč	81 424 Kč
			1.3.2009	36000	21585	120240	72093	10810759	20	36000	21585	120 240 Kč	72 093 Kč
			1.4.2009	44000	27591	146960	92155	10810759	20	44000	27591	146 960 Kč	92 155 Kč
1.5.2009			56000	21792	172786	72786	10810759	20	56000	21792	187 040 Kč	72 786 Kč	
1.6.2009			40000	37964	133600	126768	10810759	20	40000	37964	133 600 Kč	126 768 Kč	
10810760		0010	1.2.2009	20000	24000	69084	82901	10810760	10	20000	24000	69 084 Kč	82 901 Kč
			1.3.2009	28000	28000	96718	96718	10810760	10	28000	28000	96 718 Kč	96 718 Kč
			1.4.2009	32000	28000	110534	96718	10810760	10	32000	28000	110 534 Kč	96 718 Kč
			1.5.2009	32000	32000	110534	110534	10810760	10	32000	32000	110 534 Kč	110 534 Kč
			1.6.2009	18000	8000	56267	27634	10810760	10	18000	8000	56 267 Kč	27 634 Kč
			1.2.2009	24000	17122	82901	59141	10810760	20	24000	17122	82 901 Kč	59 141 Kč
		0020	1.3.2009	28000	13587	96718	46934	10810760	20	28000	13587	96 718 Kč	46 934 Kč
			1.4.2009	28000	18482	96718	63773	10810760	20	28000	18482	96 718 Kč	63 773 Kč
			1.5.2009	32000	13798	110534	47662	10810760	20	32000	13798	110 534 Kč	47 662 Kč
			1.6.2009	8000	1723	27634	5952	10810760	20	8000	1723	27 634 Kč	5 952 Kč
	1.2.2009		16000	20000	48427	60534	10864993	10	16000	20000	48 427 Kč	60 534 Kč	
	1.3.2009		16000	16000	48427	48427	10864993	10	16000	16000	48 427 Kč	48 427 Kč	
	10864993	0010	1.4.2009	16000	16000	48427	48427	10864993	10	16000	16000	48 427 Kč	48 427 Kč
			1.5.2009	16000	12000	48427	36320	10864993	10	16000	12000	48 427 Kč	36 320 Kč
			1.6.2009	16000	16000	48427	48427	10864993	10	16000	16000	48 427 Kč	48 427 Kč
			1.2.2009	20000	9544	60534	20397	10864993	20	20000	9544	60 534 Kč	20 397 Kč
1.3.2009			16000	8255	48427	24986	10864993	20	16000	8255	48 427 Kč	24 986 Kč	
1.4.2009			16000	11191	48427	33873	10864993	20	16000	11191	48 427 Kč	33 873 Kč	
0020		1.5.2009	12000	5620	36320	17011	10864993	20	12000	5620	36 320 Kč	17 011 Kč	
		1.6.2009	16000	2383	48427	7211	10864993	20	16000	2383	48 427 Kč	7 211 Kč	
		1.2.2009	8000	8000	56265	56265	13581728	10	8000	8000	56 265 Kč	56 265 Kč	
		1.3.2009	10000	8000	70331	56265	13581728	10	10000	8000	70 331 Kč	56 265 Kč	
		1.4.2009	8000	56265	56265	56265	13581728	10	8000	56 265 Kč	56 265 Kč	56 265 Kč	
		1.5.2009	14000	10000	98463	70331	13581728	10	14000	10000	98 463 Kč	70 331 Kč	
13581728		0010	1.6.2009	6000	10000	42199	70331	13581728	10	6000	10000	42 199 Kč	70 331 Kč
			1.2.2009	8000	56265	56265	56265	13581728	20	8000	56 265 Kč	56 265 Kč	56 265 Kč
			1.3.2009	10000	8000	70331	56265	13581728	20	10000	8000	70 331 Kč	56 265 Kč
			1.4.2009	8000	56265	56265	56265	13581728	20	8000	56 265 Kč	56 265 Kč	56 265 Kč
	1.5.2009		14000	10000	98463	70331	13581728	20	14000	10000	98 463 Kč	70 331 Kč	
	1.6.2009		6000	10000	42199	70331	13581728	20	6000	10000	42 199 Kč	70 331 Kč	
	0020	1.2.2009	8000	9599	56265	60480	13581728	20	8000	9599	56 265 Kč	60 480 Kč	
		1.3.2009	8000	7765	60480	56411	13581728	20	8000	7765	56 265 Kč	57 609 Kč	
		1.4.2009	8000	9613	56265	67609	13581728	20	8000	9613	56 265 Kč	67 609 Kč	
		1.5.2009	10000	7862	70331	56281	13581728	20	10000	7862	70 331 Kč	56 281 Kč	
		1.6.2009	10000	9538	70331	6							

6.2.3 Sestavení přehledu toku materiálu

Pro zjednodušení přehledu o procesu a definování dalších proměnných potřebných pro vyhodnocení průběhu procesu bylo nutné sestavení přehledu toku materiálu pomocí IPO (input process output) diagramu (viz Obr. 12).



Obr. 12 – Procesní mapa

Z hlediska stabilnosti (nestálosti) kritické z pohledu procesu jsou definovány typy proměnných (faktorů), které mohou být označeny jako: „C“ (Controllable – kontolovatelné), „Cr“ (Critical – kritické), „S“ (SOP – standardní operační procedura), „N“ (Noise – šum, tzv. neovlivnitelný vstup).

Proměnné definované v IPO diagramu pak dále klasifikujeme podle uvedených typů. Kabelová oka-balné jednotky jsou ohodnoceny jako „C“, protože to jsou ještě od dodavatele zabalená oka ve velkých bednách, přijímaných pomocí skeneru. Nepředpokládá se, že při přepravě či naskladnění může docházet k odpadovosti, nebo ke ztrátám komponentů. Jako další proměnná byli definováni skladníci a ti byli klasifikováni jako „N“ a „Cr“ a to hlavně z toho důvodu, že jsou to lidé, kteří mohou udělat nepředvídatelnou chybu a existuje zde také možnost zcizování komponentů.

Kabelová oka ve formě výrobní dávky jsou pak klasifikována jako „Cr“. Výrobní dávky jsou totiž již v malých platových boxech, volněji přístupné a hrozí zde již ztráta či zcizení během přípravy ve skladu logistiky nebo při přepravě ze skladu logistiky do skladu výroby. Dále existuje možnost zcizení ve výrobě, či odpadovosti a zmetkovosti při výrobě.

6.2.4 Potenciální slabá místa, nedostatky a příčiny ztrátovosti komponentů

Potenciální slabá místa, nedostatky a příčiny ztrátovosti komponentů podle klasifikace vstupů a výstupů předpokládáme ve skladu logistiky a to jak zcizení tak možnost špatného záznamu výdeje materiálu a ve skladu výroby a to opět ve formě zcizení či odpadovosti při výrobě.

6.2.5 Úroveň výroby

Další proměnnou potřebnou pro vyhodnocování je úroveň výroby. Úroveň výroby byla klasifikována jako „S“. V případě Delphi není ovlivněna závodem, ale zákazníkem a je výstupní proměnnou, podle které se chová vstupní proměnná, tj. spotřeba kabelových ok. Tyto proměnné, spotřeba kabelových ok a úroveň výroby by měly být v poměrně těsné korelaci a měly by být rovnoměrné a v podobné výši v každém měsíci.

Dále bylo nutné určit projekty, v nichž se sledovaný komponent, tedy kabelová oka, používají (viz Tab. 5) a následně i úroveň výroby u vybraných projektů (viz Tab. 6).

Tab. 5 – Projekty používající kabelová oka

Tab. 5 Projekty používající kabelová oka													
				A05		A4		A5		D3		E83	
DPN		cena/ks EUR	cena/100ks EUR	1 KS	16793	1 KS	25057	1 KS	61952	1 KS	6615	1 KS	29166
10810759	kabelové oko 6mm (trubick	0,09542	9,54240	1,11	18710			0,49	30360	3,02	19954		
10810760	kabelové oko 10mm (trubic	0,09610	9,60960	1,00	16793			0,51	31592				
10810758	kabelové oko 4mm (trubick	0,09581	9,58080	3,97	66620			0,48	29941	1,22	8050		
10864993	kabelové oko 2,5mm (trubi	0,09830	9,83040	1,58	26450			0,01	800				
15338476	kabel.oko-Cu+Fe(Sn)25-35%	0,12719	12,71900									2,00	58382
13583938	kabelové oko 16mm (trubic	0,50314	50,31360							0,64	4222		
13583937	kabelové oko 6mm (trubick	0,52579	52,57920							0,42	2765		
10725224	kabelové oko (sypane)	0,30680	30,68000							7,22	47765		
10725177	kabelové oko (sypane)	0,10230	10,23000							6,51	43084		
10725176	kabelové oko (sypane)	0,10230	10,23000							2,15	14248		
10725178	kabelové oko (sypane)	0,11250	11,25000							2,76	18274		
13583936	kabelové oko 10-12mm (tr	0,10820	10,82000							0,83	5471		
10858865	kabelové oko (trubickové)	0,11300	11,30000							0,11	721		
13581728	kabelové oko (trubickové)	0,20736	20,73600					0,41	25568				

Zdroj: Vlastní zpracování

Jak potvrzuje Tab. 5, tak z pěti projektů, které firma vyrábí se vyskytují oka prakticky ve třech projektech a to: Škoda Octavia, Škoda Roomster a Audi D3. Nevyskytují se tak na projektu A4, tj. Škoda Octavia – starý model a na projektu BMW E83.

Úroveň výroby u vybraných projektů A05, A5 a D3 v kusech byla určena pomocí databáze SAP a aplikace Excel.

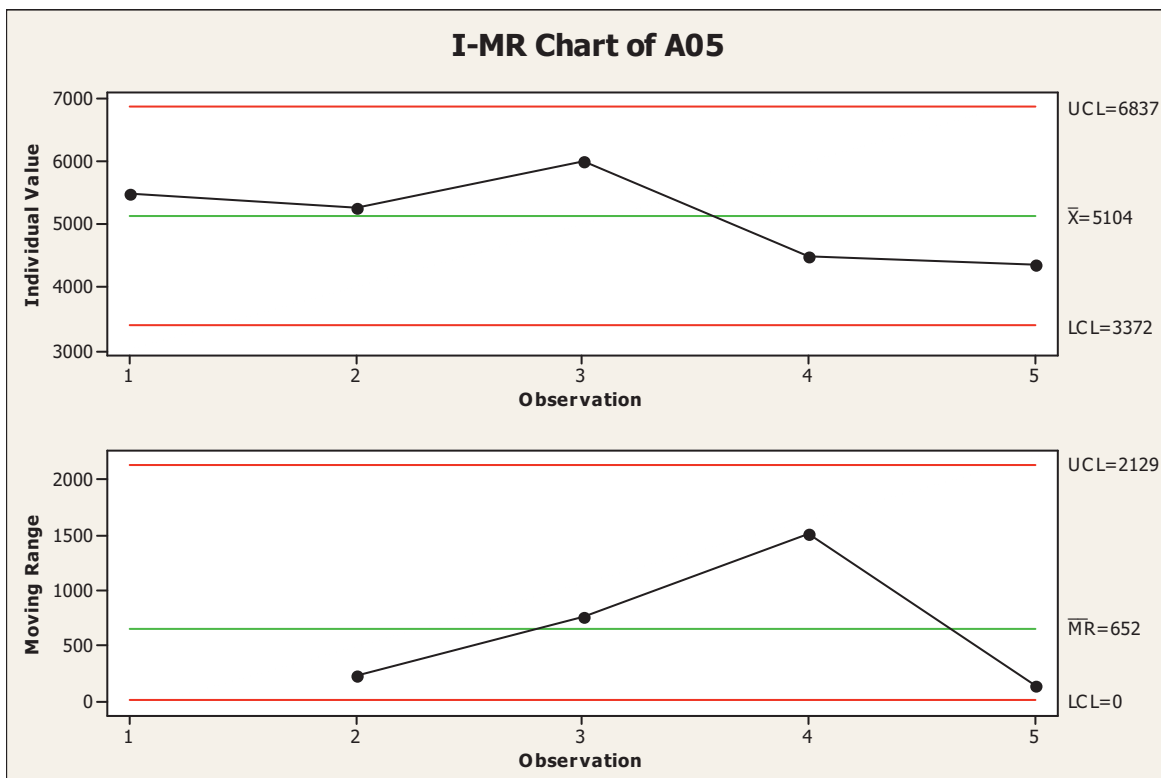
Tab. 6 – Počet vyrobených aut (ks)

Měsíc	D3	A5	A05	Celkem
únor	2 193	20 436	5 458	28 087
březen	2 136	20 735	5 244	28 115
duben	2 273	21 524	5 992	29 789
květen	2 272	19 826	4 480	26 578
červen	2 160	22 450	4 348	28 958

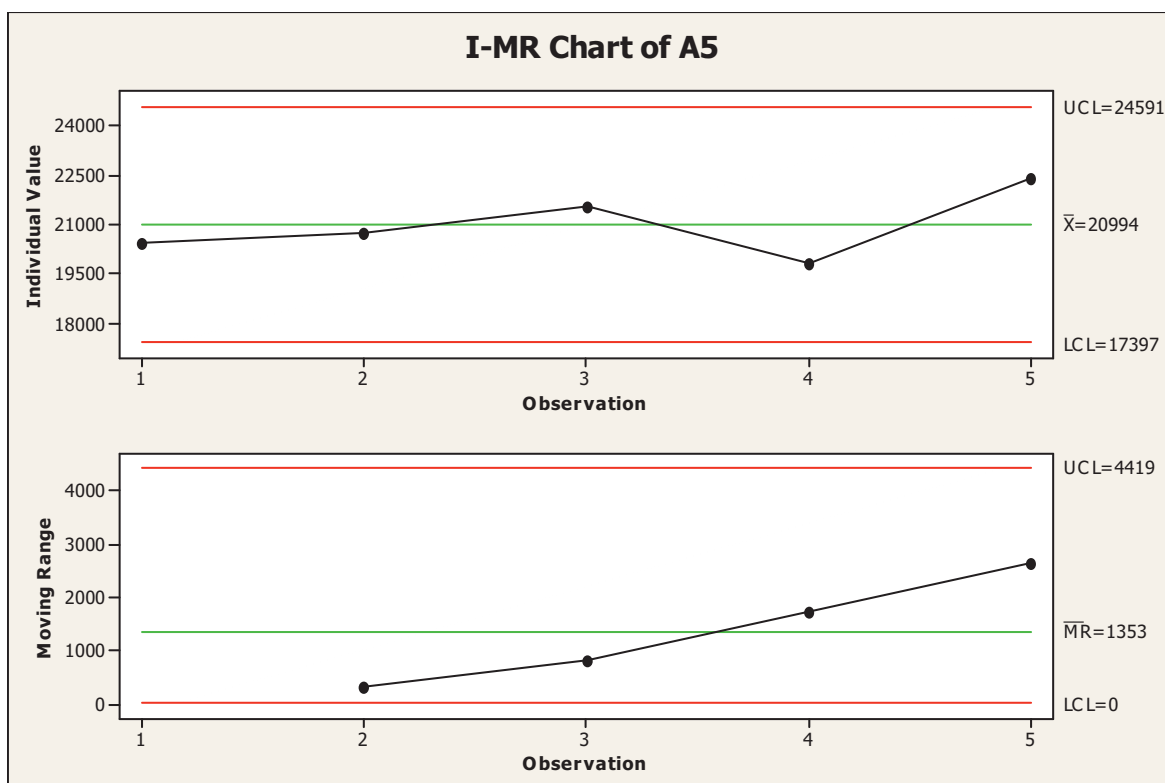
Zdroj: Vlastní zpracování

Po určení počtu vyrobených aut na vybraných projektech, které používají komponent kabelová oka se pomocí statistického softwaru MINITAB provede statistická kontrola procesu SPC měsíční úrovně výroby aut jednotlivých projektů (viz Obr. 13 pro projekt

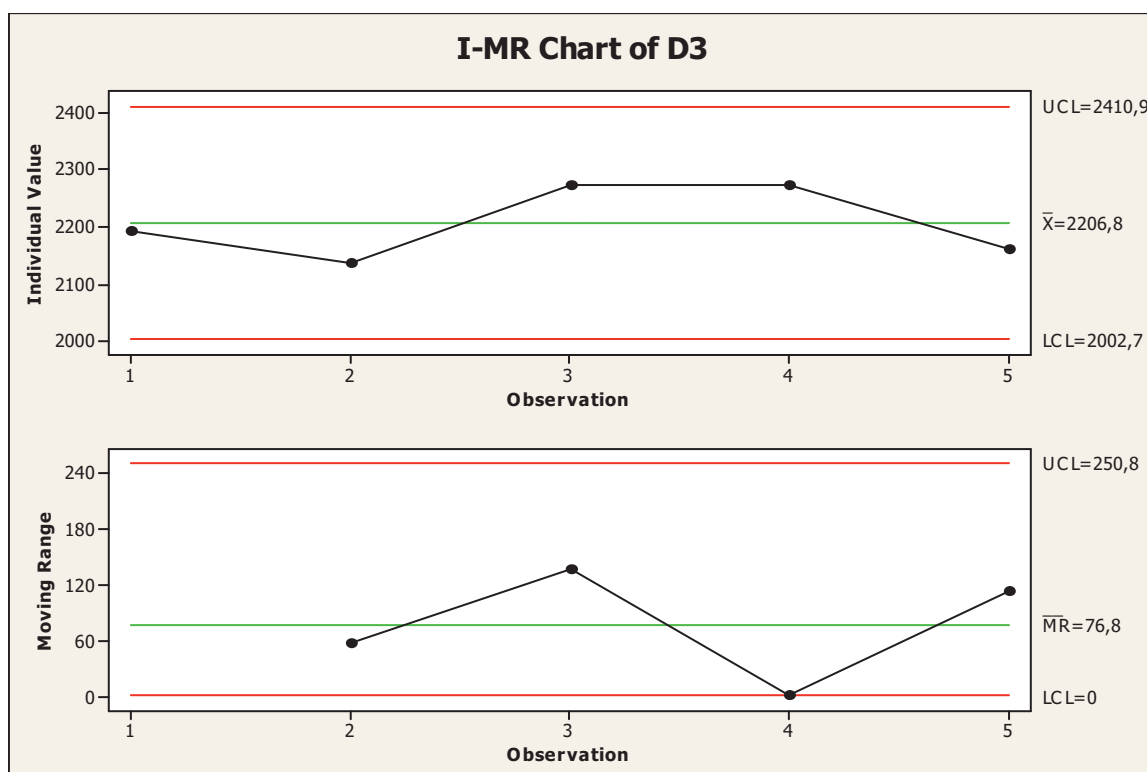
A05, Obr. 14 pro projekt A5 a Obr. 15 pro projekt D3), aby bylo možno dále ve vyhodnocování používat zvolené statistické nástroje.



Obr. 13 – Statistická kontrola procesu u projektu A05
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 14 – Statistická kontrola procesu u projektu A5
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 15 – Statistická kontrola procesu u projektu D3

Zdroj: Systém MINITAB

Podle grafu individuálních hodnot a jejich lze pozorovat, že procesy výroby jsou pod statistickou kontrolou. Žádná z individuálních hodnot nepřekračuje statistické hranice procesu, u I-MR 3 sigma. V procesech se nevyskytují žádné „speciální příčiny“ narušující statistickou kontrolu a průběh procesu.

Rovnoměrná výroba během pěti sledovaných měsíců je předpokladem pro rovnoměrnou spotřebu ok během těchto pěti sledovaných měsíců.

Protože je po celém toku materiálu využíván KANBAN systém, předpokládáme, že vstupy a výstupy do jednotlivých skladů a z nich se v měsíčních časových jednotkách rovnají.

Přesná potřeba množství ok je dána výstupem ze skladu VÝROBA 0020, v němž se provádí odpis automaticky v systému SAP podle kusovníků materiálu.

Důležitým krokem je určení stability neboli způsobilosti procesu C_{pk} z hlediska procentního rozdílu mezi dodaným materiálem a spotřebovaným materiálem. Dodaný materiál do procesu je množství vstupu do skladu LOG 0010, spotřeba je výstup ze skladu VÝROBA 0020, tzv. „backflush,“ (tj. odpis automaticky prováděný v SAPu). Tyto dva údaje podělíme (výstup 0020/vstup 0010) a dostaneme procento spotřebovaného materiálu vůči dodanému materiálu (viz Tab. 7). Tento ukazatel nám ukáže proces z hlediska ztrátovosti. Jako spodní toleranční limit je stanovena hranice 70–ti procent (tj. hodnota 0,7

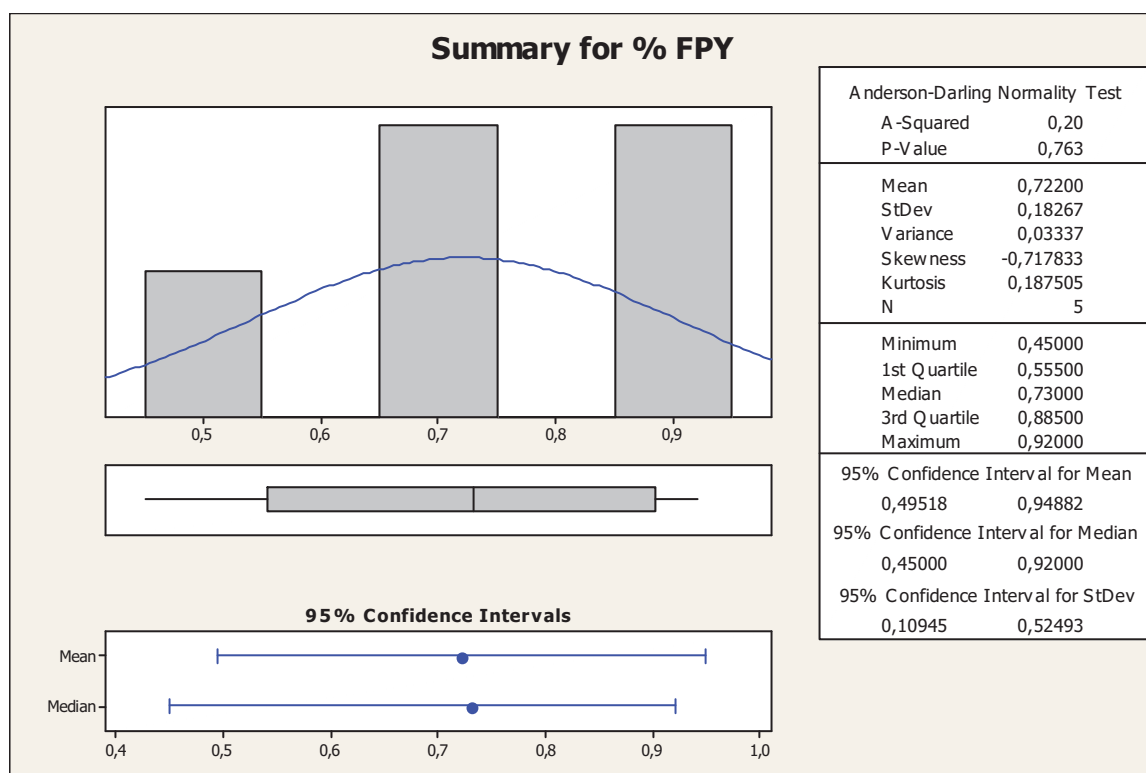
pro software MINITAB). Takto je zobrazena výchozí hranice PPM, která bude závěrem projektu znovu vyhodnocena a porovnána s výchozí.

Tab. 7 – Výpočet procent FPY

Měsíc	Sklad 0010			Sklad 0020			% FPY
	IN	OUT	Celkem	IN	OUT	Celkem	
Únor	159 700	178 550	338 250	178 550	147 330	325 880	92%
Březen	171 050	183 200	354 250	183 200	124 555	307 755	73%
Duben	188 850	195 150	384 000	195 150	160 976	356 126	85%
Květen	235 150	200 150	435 300	200 150	104 882	305 032	45%
Červen	204 050	169 350	373 400	169 900	135 502	305 402	66%
Celkem	958 800	926 400	1 885 200	926 950	673 246	1 600 196	

Zdroj: Vlastní zpracování

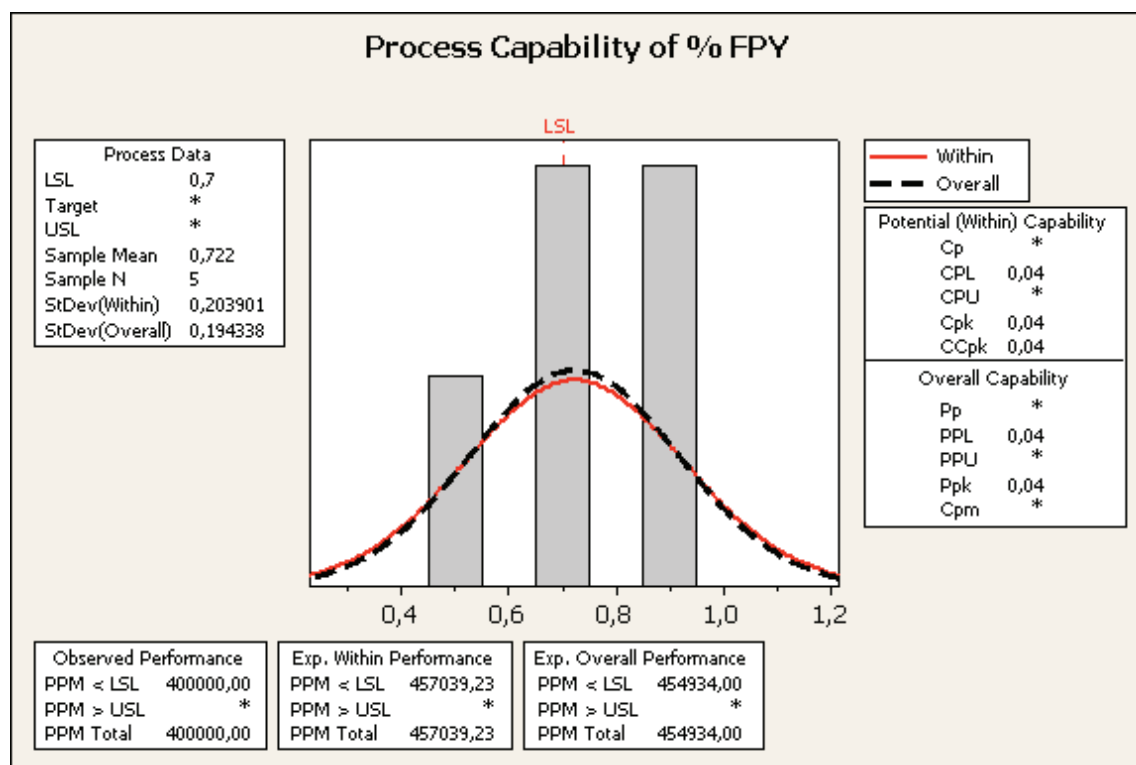
Dále bylo nutné provést test normality rozdělení dat v procentech, který umožňuje použít vyhodnocení Cpk, tj. způsobilost, nebo též stabilitu procesu (viz Obr. 16).



Obr. 16 – Popisná statistika pro FPY

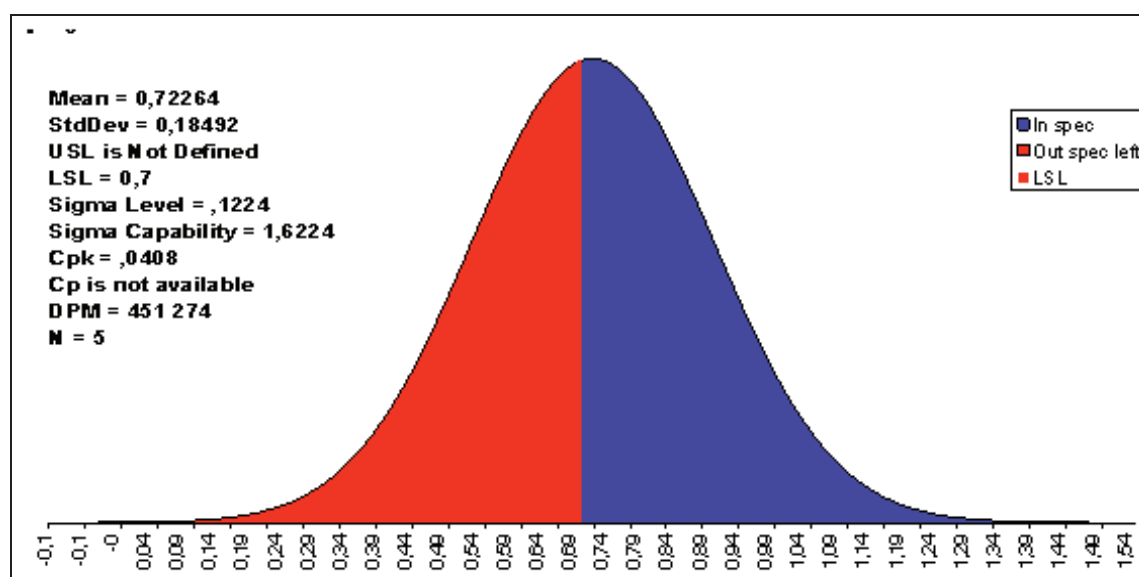
Zdroj: Systém MINITAB

Podle testované hodnoty P-value > 0,05 není dostatek důkazů zamítnout H_0 , neboli tzv. nulovou hypotézu, že data nemají normální rozdělení. V tomto případě je možné dále použít vyhodnocení Cpk, kde normalita dat je podmínkou pro toto vyhodnocení. Popisná statistika dále ukazuje, že průměrné využití materiálu je 72,2 %, medián využití materiálu je 73%, směrodatná odchylka je 18,267 % . Jak je výše zmíněno, předpokládáme normálně rozdělená data.



Obr. 17 – Způsobilost procesu (% FPY)

Zdroj: Systém MINITAB

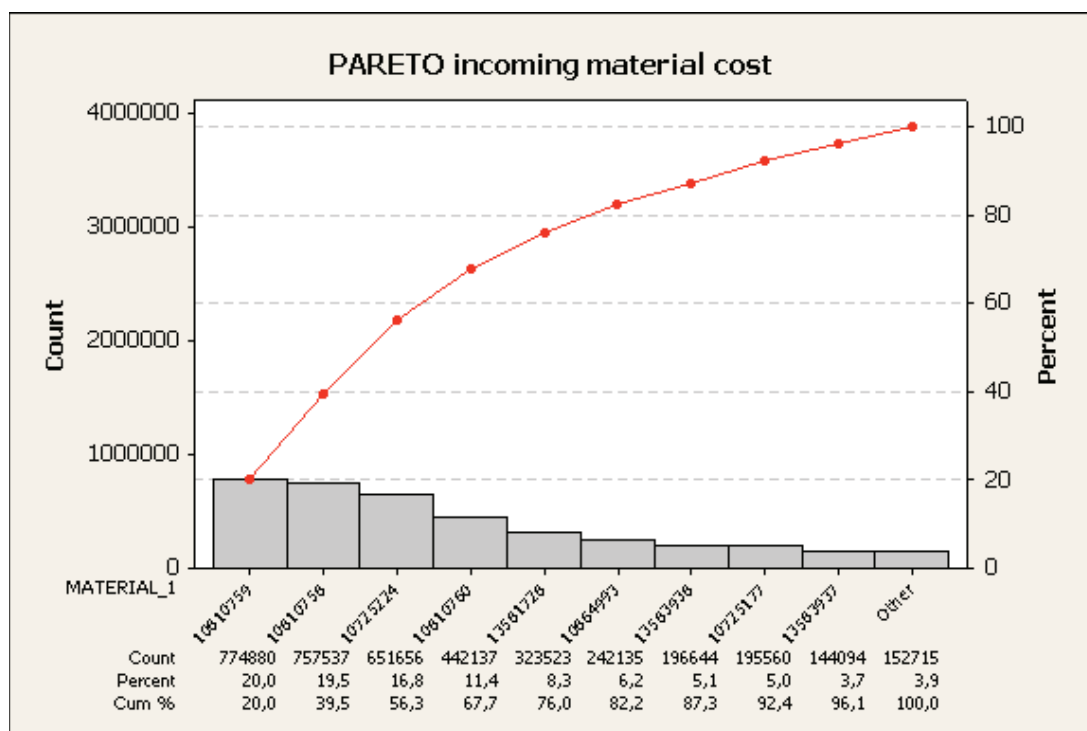


Obr. 18 – Analýza Cpk

Zdroj: Systém MINITAB

Podle grafu (viz Obr. 18) a vypočtených údajů je patrné, že při stanovené dolní hranici tolerance ztrátovosti 70 %, což je již neakceptovatelná situace, máme PPM 454 934, což znamená, že při dané variabilitě s 95 % spolehlivostí je necelá polovina materiálu, při stanovené toleranci ztrátovosti „ztracena“ v logistickém a výrobním procesu. Tyto tolerance využijeme při měření procesu po zlepšení.

Posledním krokem fáze měření je pak sestavení Paterova diagramu. Pomocí Paterova diagramu jsou zobrazovány podíly jednotlivých komponentů na nákladech za tento materiál v Kč (viz Obr. 19)



Obr. 19 – Paterův diagram zobrazující materiálové náklady
Zdroj: Systém MINITAB

Paretův diagram zde byl tedy použit pro náklady uvedených materiálových dat a zobrazuje procentní podíl a konkrétní částku jednotlivých materiálů na celkovém nákladu za tyto komponenty, který je 14 216 855,– Kč za období únor až červen.

Na závěr fáze měření lze tedy shrnout, že v úvodu byla vytvořena detailní mapa toku materiálu po jednotlivých skladech a podle jednotlivých typech pohybů. Též byly zobrazeny účty pohybu materiálu. Potom byly získány definované materiály z databáze SAP, resp. jejich materiálové identifikační čísla vyfiltrováním podle popisu materiálu „kabelové oko“. Bylo určeno celkem 12 materiálů. Dále byly určeny z kontrolingového modulu logistiky SAP materiálové pohyby těchto kabelových ok, jejich množství vstupující do skladu logistiky 0010 a vystupující z tohoto skladu, vstupující do skladu výroby 0020 a vystupující z tohoto skladu v období měsíců únor až červen.

Byl sestaven přehled toku materiálu pomocí IPO (input process output) diagramu pro zjednodušení přehledu o procesu a definování dalších proměnných potřebných pro vyhodnocení průběhu procesu následovalo po číselných údajích o toku materiálu.

Informace k určení projektů, kde se používají kabelová oka byla získána z oddělení engineeringu. Podle těchto informací byla dále určena úroveň výroby, její stabilita a způsobilost z hlediska ztrátovosti. Závěrem bylo vytvořeno Paterův diagram s údaji o celkových nákladech za uvedený materiál a procentuálním rozložením nákladů za jednotlivé materiály.

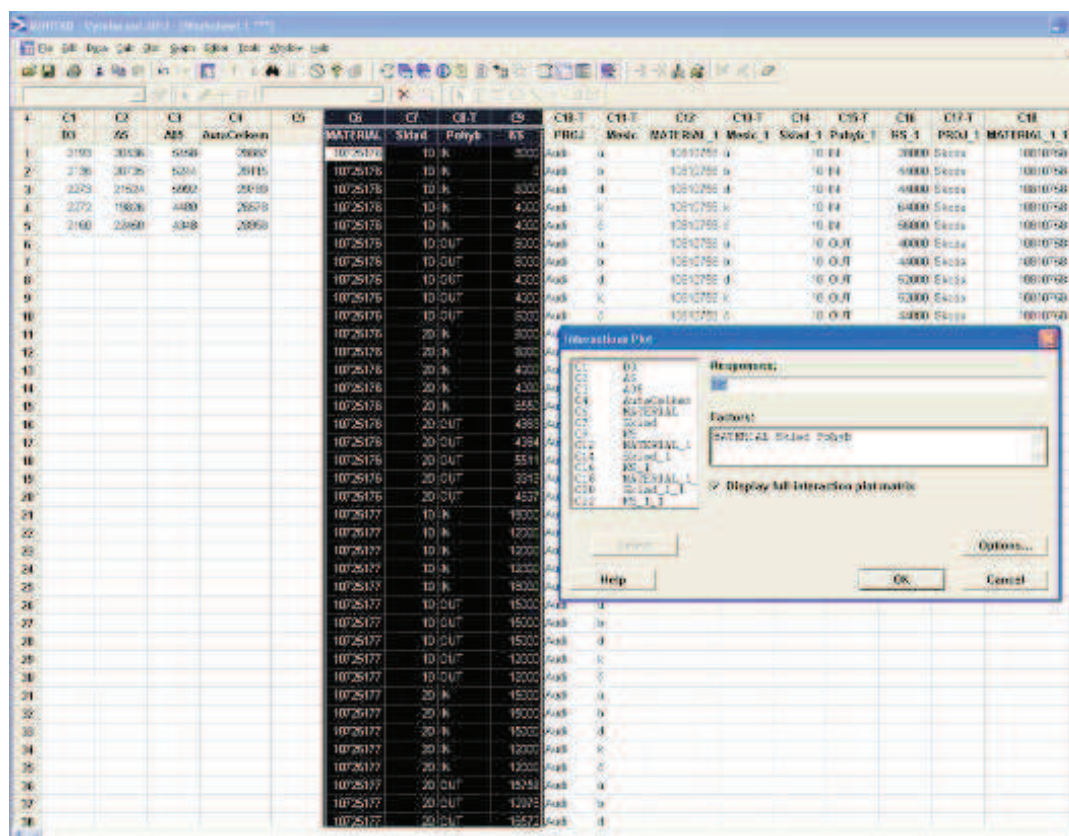
6.3 Fáze Analýzy

V této části projektu je nutno provést potřebnou analýzu dat pro upřesnění a potvrzení místa výskytu problémů, tj. určení oblasti s potenciálními nedostatky a ztrátovostí materiálu.

6.3.1 Interaction plot

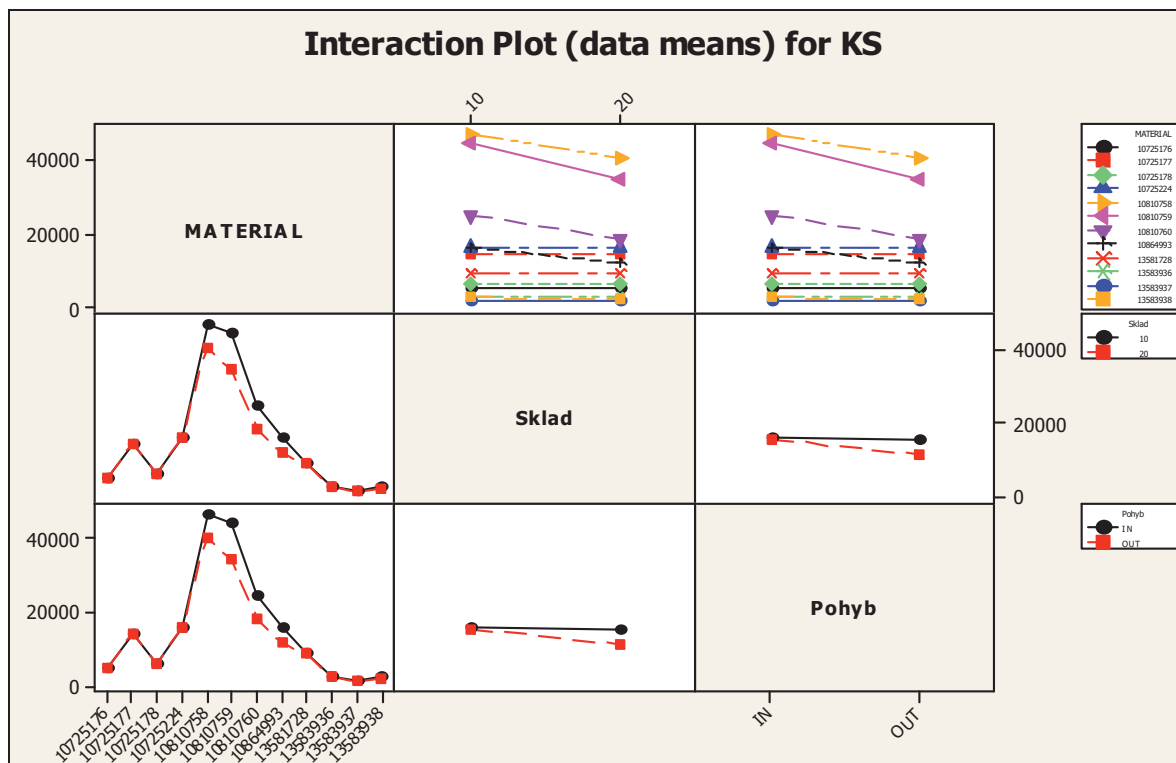
Ve fázi analýzy byl využit tzv. Interaction plot neboli graf interakce vzájemného působení vstupních faktorů na výstup. Pomocí tohoto statistického nástroje lze graficky vyhodnotit najednou všechny materiály podle průměrných hodnot pro vstupy a výstupy do skladů 0010 LOG a 0020 VYROBA a lze potom usuzovat, zda nějaké materiály mají disproporce v materiálových tocích.

Data do statistického programu MINITAB byla vložena ve struktuře znázorněné na Obr. 20)



Obr. 20 – MINITAB
Zdroj: Systém MINITAB

Graf (viz Obr. 21) nám ukazuje, že čtyři materiály s čísly: 10810758, 10810759, 10810760 a 10864993 mají vizuální odchylku mezi průměrnou hodnotou celkových vstupů a výstupů, a mezi sklady 0010 a 0020, resp. ve skladu 0020 mají nižší výstup než vstup. Ostatních sedm materiálů má stejný průměrný vstup a výstup.



Obr. 21 – Interaction Plot
Zdroj: Systém MINITAB

Dalším postupem tedy bude analýza těchto čtyř materiálů pomocí statistické metody dvoufaktorová anova, pomocí které bude dále zjišťováno chování toku těchto materiálů. Cílem je určit, v kterých místech procesu dochází ke ztrátám materiálu.

6.3.2 Vyvážená dvoufaktorová anova

Vyvážená dvoufaktorová anova byla provedena jednotlivě pro čtyři materiály. Vstupní data byla vyjmuta z tabulky všech původně pozorovaných materiálů a dále uspořádána pro použití anovy. Dále byl doplněn projekt, kde jsou tyto materiály montovány (viz Tab. 8)

Tab. 8 – Souhrnná data problémových materiálů

MATERIAL	Mesíc	Sklad	Pohyb	KS	Interplot	PROJ	MATERIAL	Sklad	Pohyb	KS
10810758	únor 09	0010	IN	28000	ano	Skoda	10810758	0010	IN	28000
10810758	březen 09	0010	IN	44000	ano	Skoda	10810758	0010	IN	44000
10810758	duben 09	0010	IN	44000	ano	Skoda	10810758	0010	IN	44000
10810758	květen 09	0010	IN	64000	ano	Skoda	10810758	0010	IN	64000
10810758	červen 09	0010	IN	56000	ano	Skoda	10810758	0010	IN	56000
10810758	únor 09	0020	IN	40000	ano	Skoda	10810758	0010	OUT	40000
10810758	březen 09	0020	IN	44000	ano	Skoda	10810758	0010	OUT	44000
10810758	duben 09	0020	IN	52000	ano	Skoda	10810758	0010	OUT	52000
10810758	květen 09	0020	IN	52000	ano	Skoda	10810758	0010	OUT	52000
10810758	červen 09	0020	IN	44000	ano	Skoda	10810758	0010	OUT	44000
10810759	únor 09	0010	IN	28000	ano	Skoda	10810758	0020	IN	40000
10810759	březen 09	0010	IN	40000	ano	Skoda	10810758	0020	IN	44000
10810759	duben 09	0010	IN	44000	ano	Skoda	10810758	0020	IN	52000
10810759	květen 09	0010	IN	64000	ano	Skoda	10810758	0020	IN	52000
10810759	červen 09	0010	IN	56000	ano	Skoda	10810758	0020	IN	44000
10810759	únor 09	0020	IN	36000	ano	Skoda	10810758	0020	OUT	38319
10810759	březen 09	0020	IN	36000	ano	Skoda	10810758	0020	OUT	32611
10810759	duben 09	0020	IN	44000	ano	Skoda	10810758	0020	OUT	42667
10810759	květen 09	0020	IN	56000	ano	Skoda	10810758	0020	OUT	22283
10810759	červen 09	0020	IN	40000	ano	Skoda	10810758	0020	OUT	36236
10810760	únor 09	0010	IN	20000	ano	Skoda	10810759	0010	IN	28000
10810760	březen 09	0010	IN	28000	ano	Skoda	10810759	0010	IN	40000
10810760	duben 09	0010	IN	32000	ano	Skoda	10810759	0010	IN	44000
10810760	květen 09	0010	IN	32000	ano	Skoda	10810759	0010	IN	64000
10810760	červen 09	0010	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0010	IN	56000
10810760	únor 09	0020	IN	24000	ano	Skoda	10810759	0010	OUT	36000
10810760	březen 09	0020	IN	28000	ano	Skoda	10810759	0010	OUT	36000
10810760	duben 09	0020	IN	28000	ano	Skoda	10810759	0010	OUT	44000
10810760	květen 09	0020	IN	32000	ano	Skoda	10810759	0010	OUT	56000
10810760	červen 09	0020	IN	8000	ano	Skoda	10810759	0010	OUT	40000
10864993	únor 09	0010	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	IN	36000
10864993	březen 09	0010	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	IN	36000
10864993	duben 09	0010	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	IN	44000
10864993	květen 09	0010	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	IN	56000
10864993	červen 09	0010	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	IN	40000
10864993	únor 09	0020	IN	20000	ano	Skoda	10810759	0020	OUT	24379
10864993	březen 09	0020	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	OUT	21585
10864993	duben 09	0020	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	OUT	27591
10864993	květen 09	0020	IN	12000	ano	Skoda	10810759	0020	OUT	21792
10864993	červen 09	0020	IN	16000	ano	Skoda	10810759	0020	OUT	37954
10810758	únor 09	0010	OUT	40000	ano	Skoda	10810760	0010	IN	20000
10810758	březen 09	0010	OUT	44000	ano	Skoda	10810760	0010	IN	28000
10810758	duben 09	0010	OUT	52000	ano	Skoda	10810760	0010	IN	32000
10810758	květen 09	0010	OUT	52000	ano	Skoda	10810760	0010	IN	32000
10810758	červen 09	0010	OUT	44000	ano	Skoda	10810760	0010	IN	16000
10810758	únor 09	0020	OUT	38319	ano	Skoda	10810760	0010	OUT	24000
10810758	březen 09	0020	OUT	32611	ano	Skoda	10810760	0010	OUT	28000
10810758	duben 09	0020	OUT	42667	ano	Skoda	10810760	0010	OUT	28000
10810758	květen 09	0020	OUT	22283	ano	Skoda	10810760	0010	OUT	32000
10810758	červen 09	0020	OUT	36236	ano	Skoda	10810760	0010	OUT	8000
10810759	únor 09	0010	OUT	36000	ano	Skoda	10810760	0020	IN	24000
10810759	březen 09	0010	OUT	36000	ano	Skoda	10810760	0020	IN	28000
10810759	duben 09	0010	OUT	44000	ano	Skoda	10810760	0020	IN	28000
10810759	květen 09	0010	OUT	56000	ano	Skoda	10810760	0020	IN	32000
10810759	červen 09	0010	OUT	40000	ano	Skoda	10810760	0020	IN	8000
10810759	únor 09	0020	OUT	24379	ano	Skoda	10810760	0020	OUT	17122
10810759	březen 09	0020	OUT	21585	ano	Skoda	10810760	0020	OUT	13587
10810759	duben 09	0020	OUT	27591	ano	Skoda	10810760	0020	OUT	18462
10810759	květen 09	0020	OUT	21792	ano	Skoda	10810760	0020	OUT	13798
10810759	červen 09	0020	OUT	37954	ano	Skoda	10810760	0020	OUT	1723
10810760	únor 09	0010	OUT	24000	ano	Skoda	10864993	0010	IN	16000
10810760	březen 09	0010	OUT	28000	ano	Skoda	10864993	0010	IN	16000
10810760	duben 09	0010	OUT	28000	ano	Skoda	10864993	0010	IN	16000
10810760	květen 09	0010	OUT	32000	ano	Skoda	10864993	0010	IN	16000
10810760	červen 09	0010	OUT	8000	ano	Skoda	10864993	0010	IN	16000
10810760	únor 09	0020	OUT	17122	ano	Skoda	10864993	0010	OUT	20000
10810760	březen 09	0020	OUT	13587	ano	Skoda	10864993	0010	OUT	16000
10810760	duben 09	0020	OUT	18462	ano	Skoda	10864993	0010	OUT	16000
10810760	květen 09	0020	OUT	13798	ano	Skoda	10864993	0010	OUT	12000
10810760	červen 09	0020	OUT	1723	ano	Skoda	10864993	0010	OUT	16000
10864993	únor 09	0010	OUT	20000	ano	Skoda	10864993	0020	IN	20000
10864993	březen 09	0010	OUT	16000	ano	Skoda	10864993	0020	IN	16000
10864993	duben 09	0010	OUT	16000	ano	Skoda	10864993	0020	IN	16000
10864993	květen 09	0010	OUT	12000	ano	Skoda	10864993	0020	IN	12000
10864993	červen 09	0010	OUT	16000	ano	Skoda	10864993	0020	IN	16000
10864993	únor 09	0020	OUT	9544	ano	Skoda	10864993	0020	OUT	9544
10864993	březen 09	0020	OUT	8255	ano	Skoda	10864993	0020	OUT	8255
10864993	duben 09	0020	OUT	11191	ano	Skoda	10864993	0020	OUT	11191
10864993	květen 09	0020	OUT	5620	ano	Skoda	10864993	0020	OUT	5620
10864993	červen 09	0020	OUT	2383	ano	Skoda	10864993	0020	OUT	2383

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3.2.1 Materiál 10810758

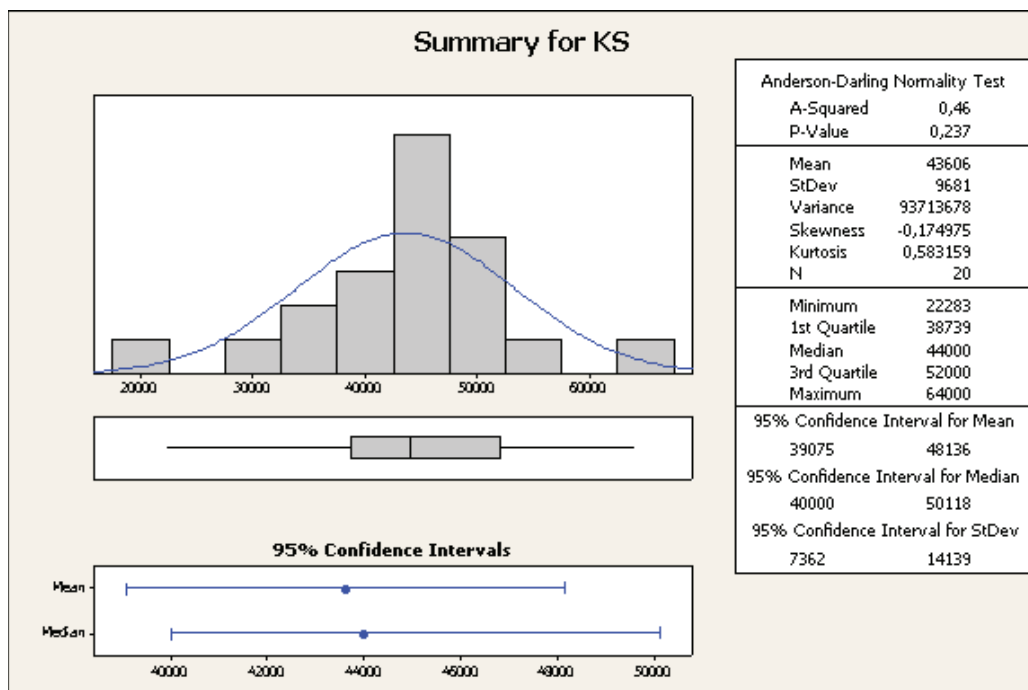
Data související s materiálem č. 10810758 byla vložena do statistického programu MINITAB a následně byla vyhodnocena.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
	MATERIAL	Size	Polarity	KS	MATERIAL_1	Size_1	Polarity_1	KS_1	MATERIAL_2	Size_2	Polarity_2	KS_2		
1	10810758	10 IN		28000 10n	10810758	10 IN		28000 10n	10810758	20 IN		43000 20n		
2	10810758	10 IN		44000 10n	10810758	10 IN		44000 10n	10810758	20 IN		44000 20n		
3	10810758	10 IN		44000 10n	10810758	10 IN		44000 10n	10810758	20 IN		52000 20n		
4	10810758	10 IN		54000 10n	10810758	10 IN		54000 10n	10810758	20 IN		52000 20n		
5	10810750	10 IN		56000 10n	10810750	10 IN		56000 10n	10810750	20 IN		44000 20n		
6	10810758	10 OUT		40000 10out	10810758	10 OUT		40000 10out	10810758	20 OUT		38000 20out		
7	10810758	10 OUT		44000 10out	10810758	10 OUT		44000 10out	10810758	20 OUT		38000 20out		
8	10810758	10 OUT		52000 10out	10810758	10 OUT		52000 10out	10810758	20 OUT		42667 20out		
9	10810750	10 OUT		52000 10out	10810750	10 OUT		52000 10out	10810750	20 OUT		22283 20out		
10	10810758	10 OUT		44000 10out	10810758	10 OUT		44000 10out	10810758	20 OUT		38236 20out		
11	10810758	20 IN		40000 20n										
12	10810750	20 IN		44000 20n										
13	10810758	20 IN		52000 20n										
14	10810758	20 IN		52000 20n										
15	10810758	20 IN		44000 20n										
16	10810750	20 OUT		38000 20out										
17	10810750	20 OUT		38000 20out										
18	10810758	20 OUT		42667 20out										
19	10810758	20 OUT		22283 20out										
20	10810750	20 OUT		38236 20out										

Obr. 22 – Data materiálu 10810758

Zdroj: Systém MINITAB

Test normality dat byl proveden pro uvedená data (viz Obr. 23), aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj ANOVA.



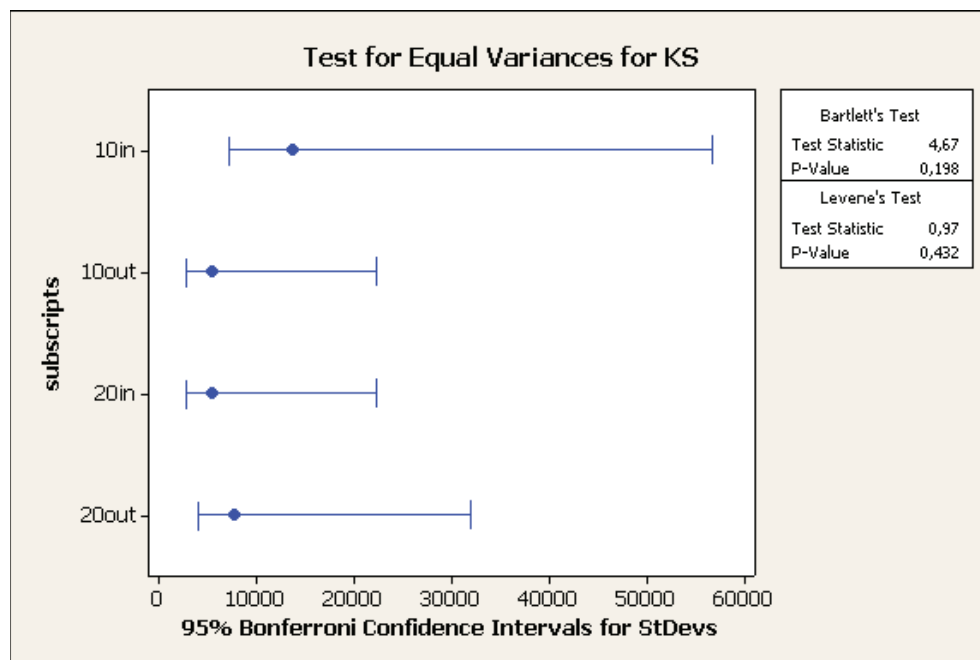
Obr. 23 – Výsledky testu normality dat

Zdroj: Systém MINITAB

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10810758, jsme vyhodnotili P-value 0,237, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nemáme dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení,

že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.

Dále byl proveden test rozptylu pro uvedená data (viz Obr. 24), aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.

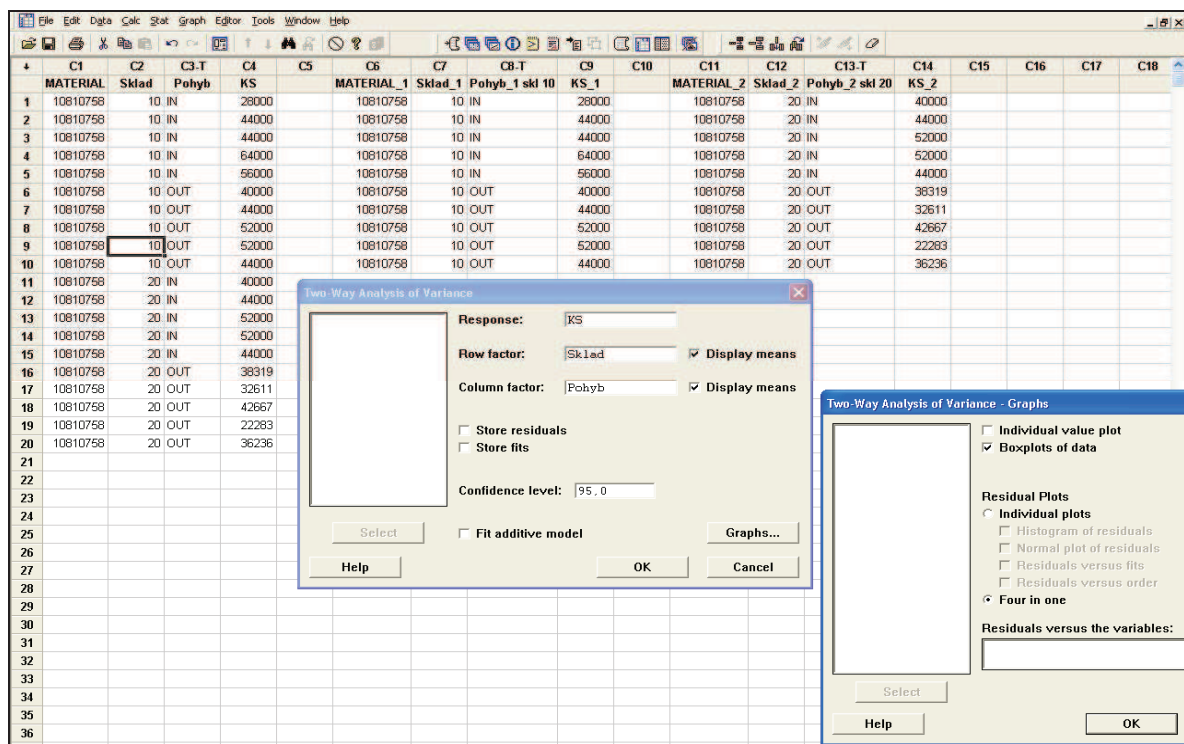


Obr. 24 – Výsledky testu rozptylu dat
Zdroj: Systém MINITAB

Test for Equal Variances: KS versus subscripts				
95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations				
subscripts	N	Lower	StDev	Upper
10in	5	7222,94	13682,1	56763,7
10out	5	2833,07	5366,6	22264,6
20in	5	2833,07	5366,6	22264,6
20out	5	4064,33	7698,9	31940,9
Bartlett's Test (normal distribution)				
Test statistic = 4,67; p-value = 0,198				
Levene's Test (any continuous distribution)				
Test statistic = 0,97; p-value = 0,432				

Obr. 25 – Výsledná zpráva testu rozptylu dat
Zdroj: Systém MINITAB

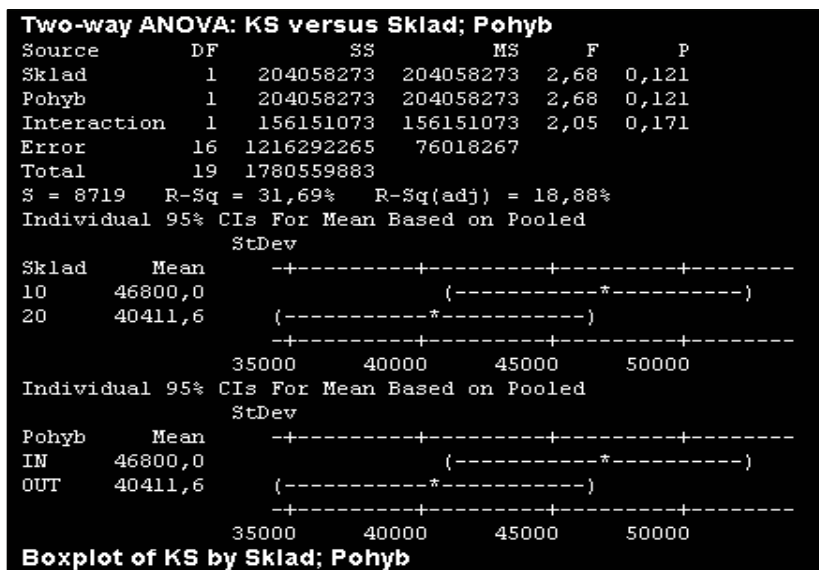
Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10810758, bylo vyhodnoceno P–value, pro kterou platí: je-li P–hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že se rozptyly dat neliší. Tímto je podmínka pro možnost použití statistického nástroje Anova splněna. Nástroj Anova byl aplikován opět v systému MINITAB (viz Obr. 26)



Obr. 26 – Dvoutfaktorová Anova

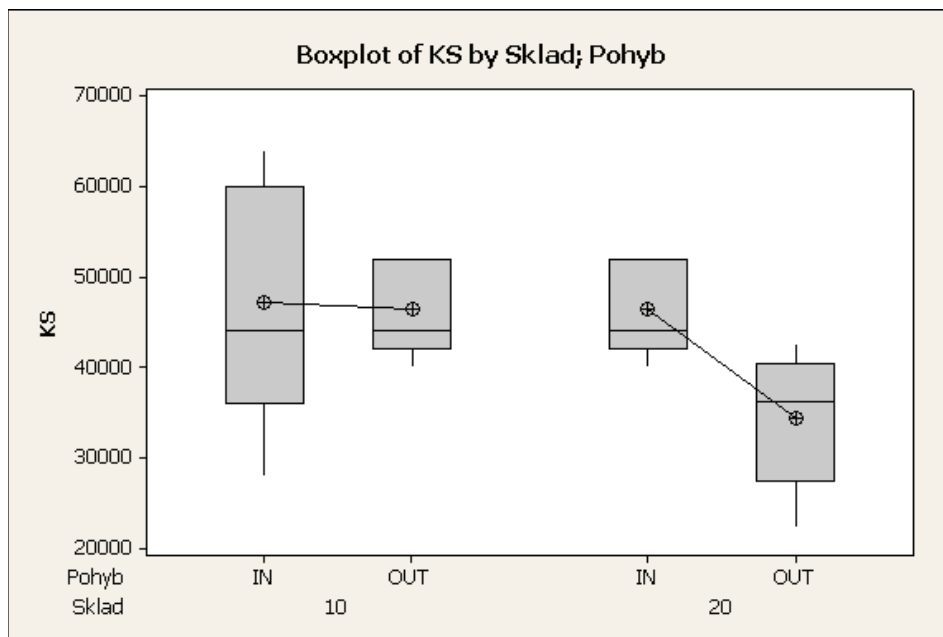
Zdroj: Systém MINITAB

Výsledná zpráva dvoutfaktorové anovy a krabicový graf, které byly vygenerovány systémem Minitab jsou zobrazeny na Obr. 27 a Obr. 28.



Obr. 27 – Výsledná zpráva dvoutfaktorové Anovy

Zdroj: Systém MINITAB



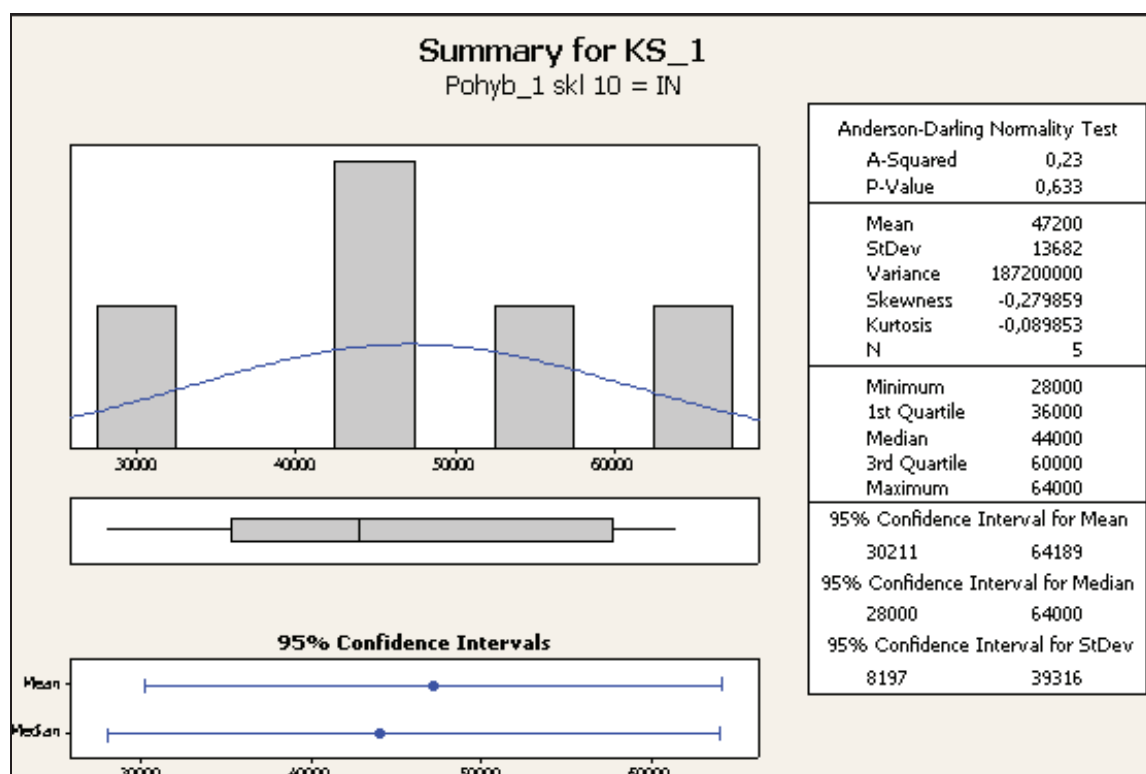
Obr. 28 – Krabicový graf
Zdroj: Systém MINITAB

Podle zprávy 2 faktorové anovy, kde je posuzována P–hodnota, pro kterou platí, je–li P–hodnota $> 0,05$ ($P\text{-value} = 0,121$), pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, lze říct že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že není zamítána nulovou hypotézu. V našem případě není nezamítáno tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

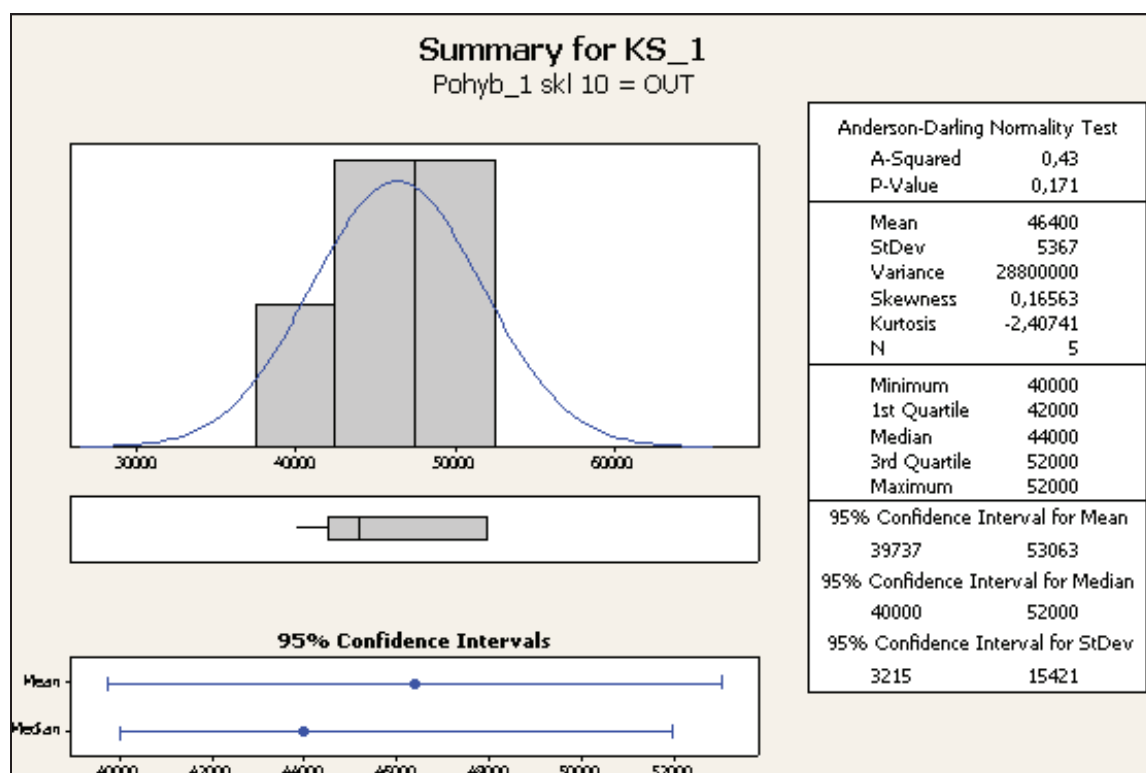
Avšak krabicový graf naznačuje, že ve skladu výroby 0020 pravděpodobně může dojít k nesterátnému rozdělení, tj. k neshodnému průchodu materiálu, proto pro danou situaci dále bylo provedeno testování hypotézy jednofaktorovou anovou pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 a porovnáno a potvrzeno, zda vstup i výstup materiálu do těchto skladů byl shodný.

Jednofaktorová Anova

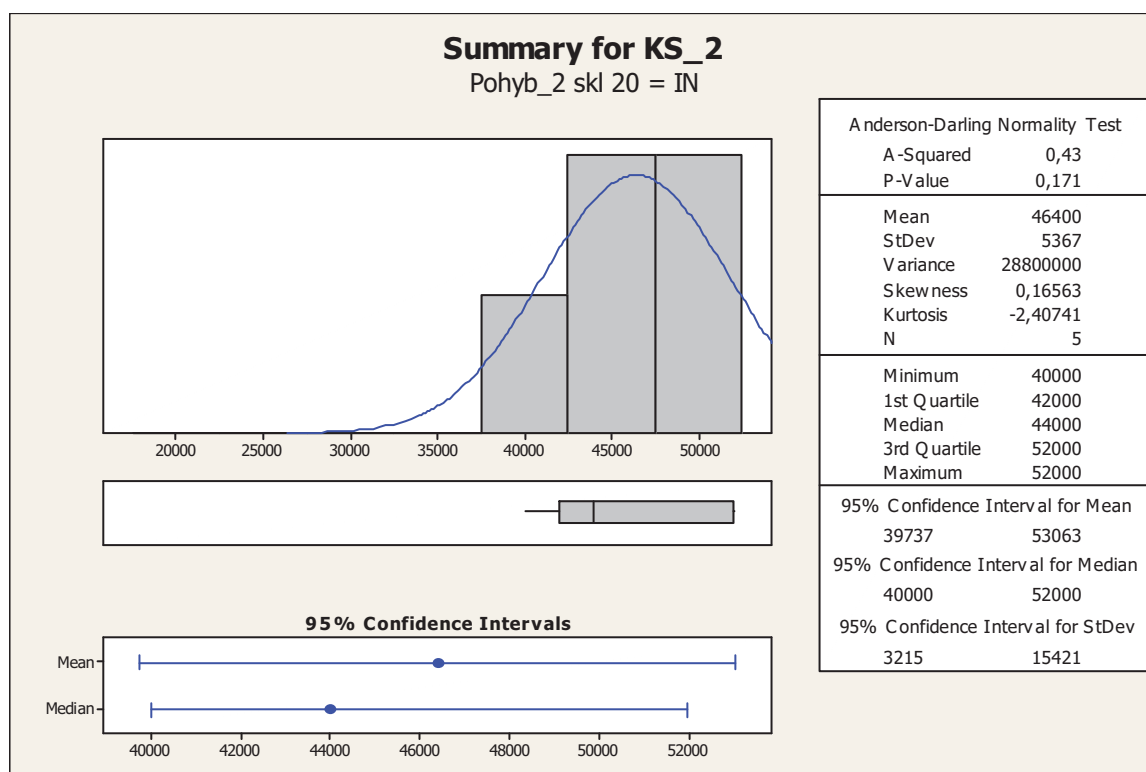
Test normality jednotlivých výběrů byl proveden pro uvedená data, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova (viz Obr. 29, Obr. 30, Obr. 31 a Obr. 32)



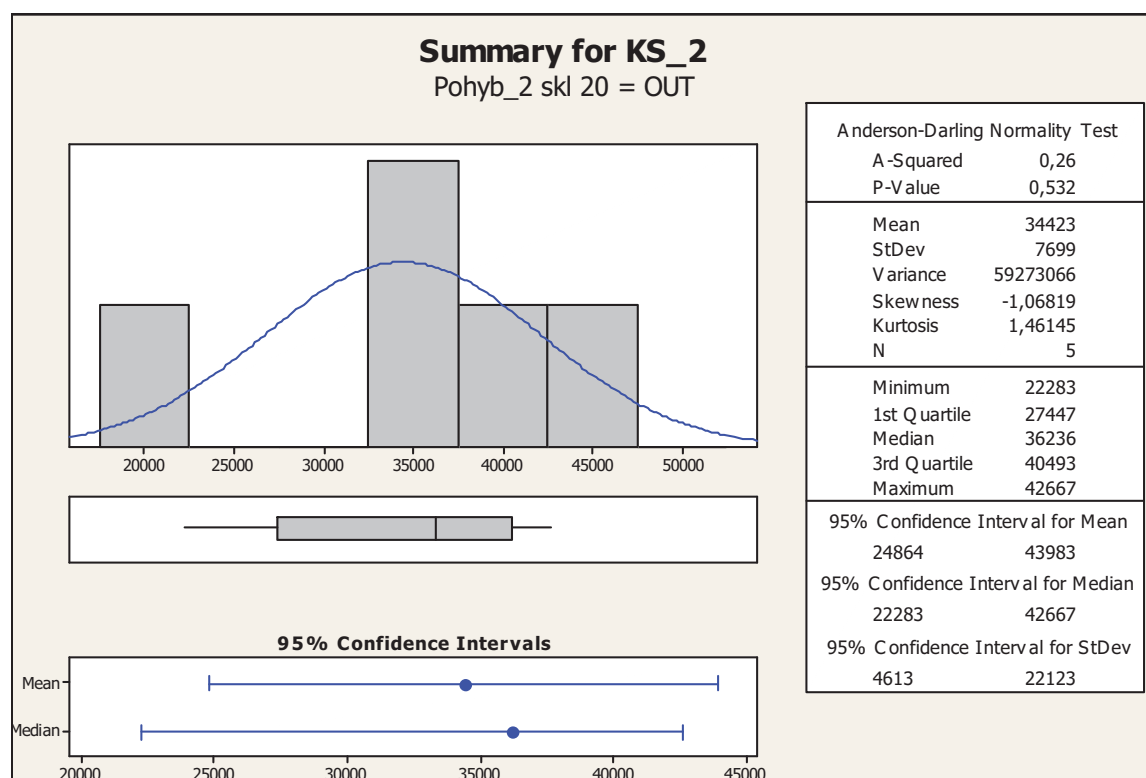
Obr. 29 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb do skladu
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 30 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb ze skladu
Zdroj: Systém MINITAB



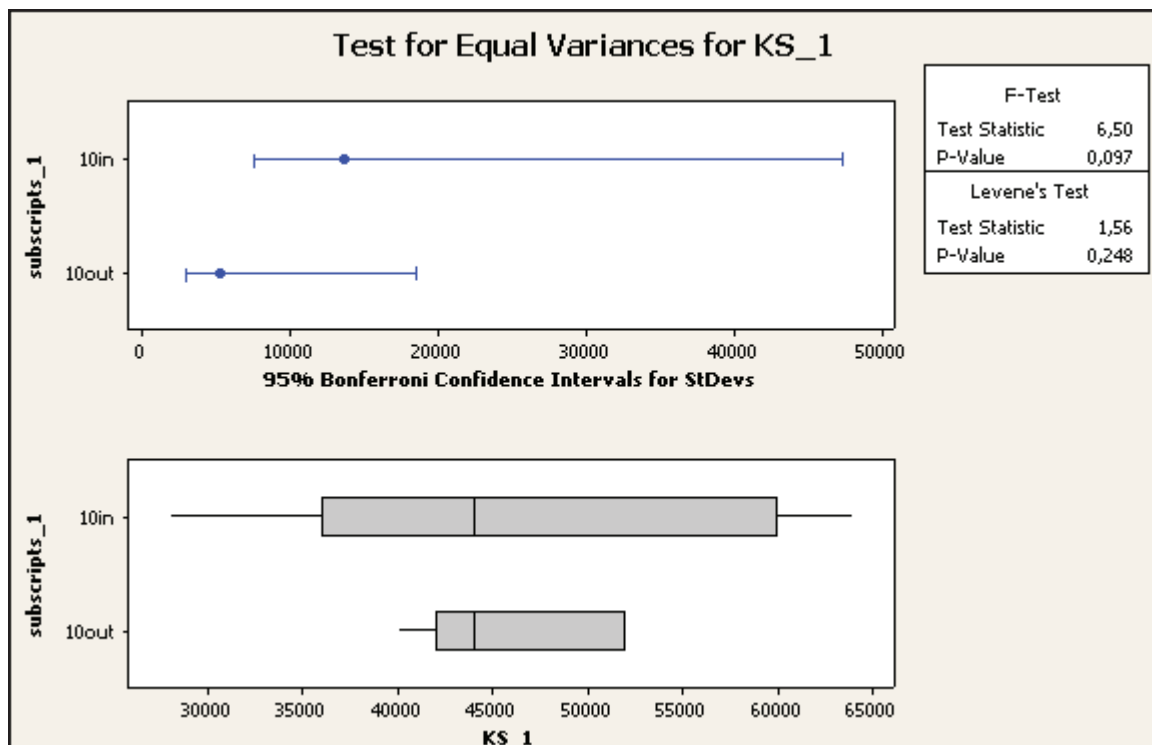
Obr. 31 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb do skladu
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 32 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb ze skladu
Zdroj: Systém MINITAB

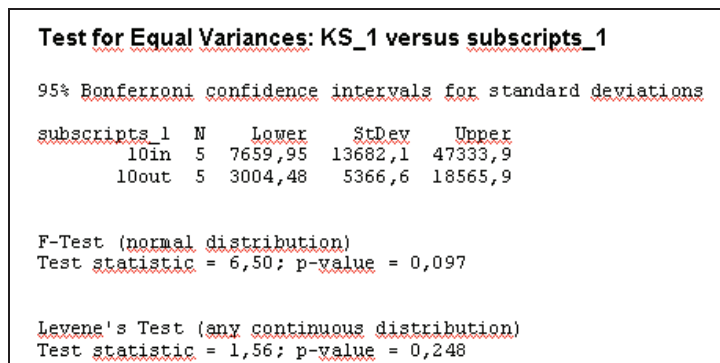
Data všech sledovaných pohybů mají P-value >0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tzn. že nemají normální rozdělení.

Test rozptylu dat byl proveden pro sklady 0010 i 0020, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova (viz Obr. 33, Obr. 34, Obr. 35 a Obr. 36).



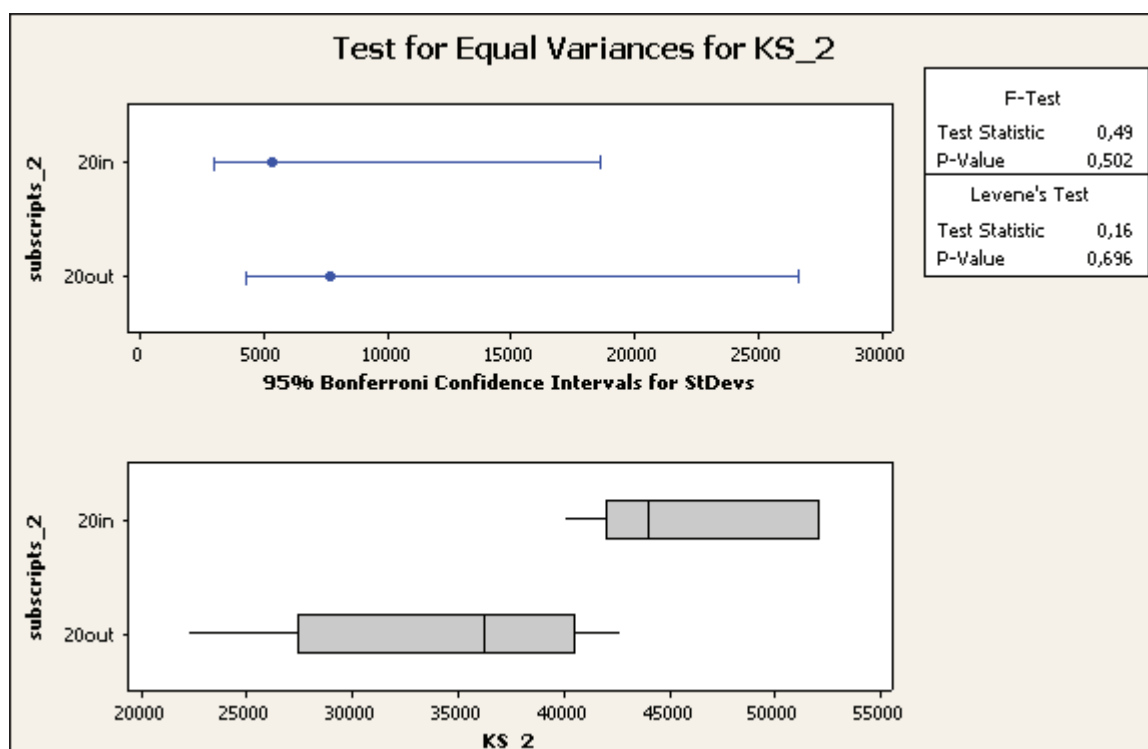
Obr. 33 – Test shodnosti rozptylu dat pro sklad 0010

Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 34 – Výsledná zpráva pro test shodnosti rozptylu dat pro sklad 0010

Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 35 – Test shodnosti rozptylu pro sklad 0020

Zdroj: Systém MINITAB

Test for Equal Variances: KS_2 versus subscripts_2				
95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations				
subscripts_2	N	Lower	StDev	Upper
20in	5	3004,48	5366,56	18565,9
20out	5	4310,24	7698,90	26634,7

F-Test (normal distribution)	
Test statistic = 0,49; p-value = 0,502	

Levene's Test (any continuous distribution)	
Test statistic = 0,16; p-value = 0,696	

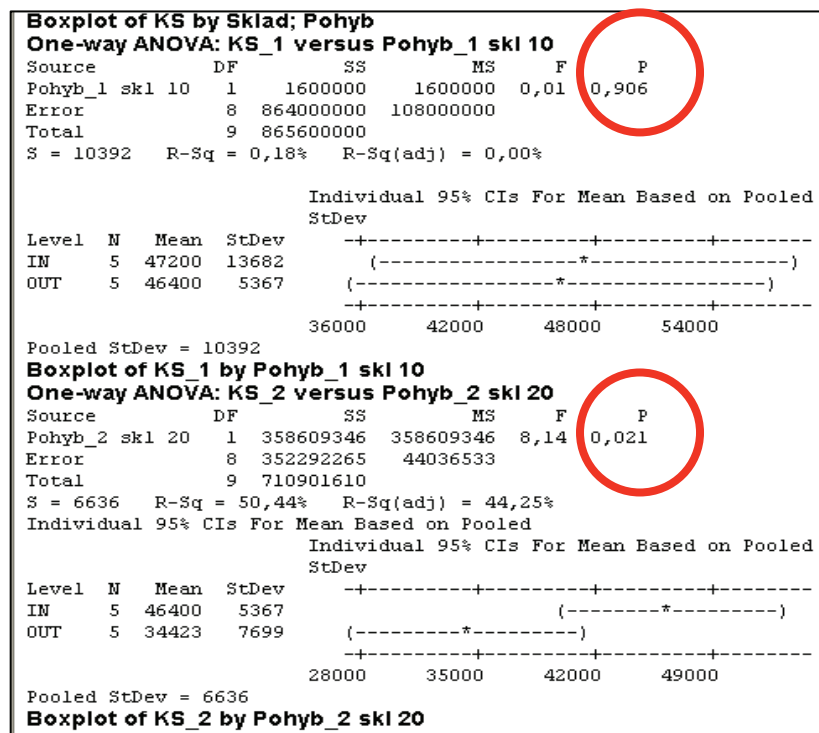
Obr. 36 – Výsledná zpráva pro test shodnosti rozptylu dat pro sklad 0020

Zdroj: Systém MINITAB

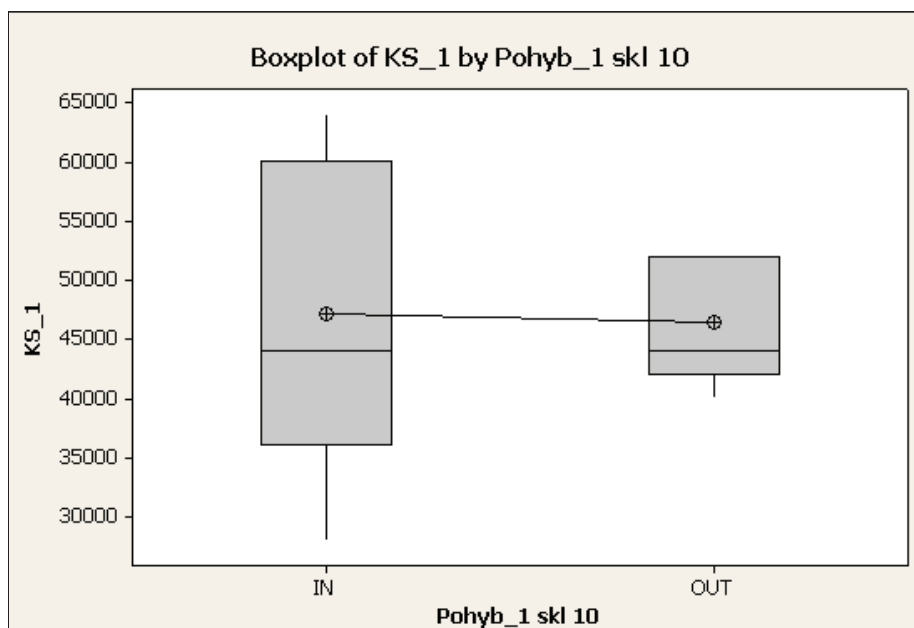
Rozptyly všech sledovaných skladů 0010 a 0020 a pohybů „in“ (pohyb do skladu) a „out“ (pohyb ze skladu) mají P-value >0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl.

Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro vyhodnocení pohybu materiálu.

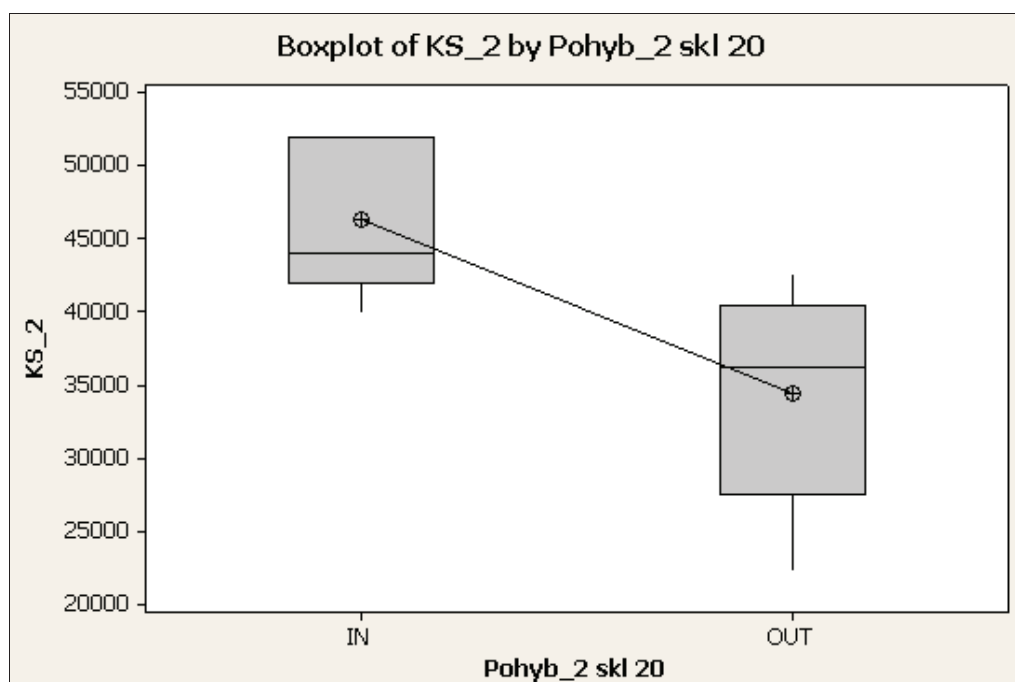
Výsledné zprávy 1 faktorové anovy a krabicový graf pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 jsou znázorněny na Obr. 37, Obr. 38 a Obr. 39.



Obr. 37 – Výsledná zpráva anovy
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 38 – Krabicový graf pro sklad 0010
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 39 – Krabicový graf pro sklad 0020
Zdroj: Systém MINITAB

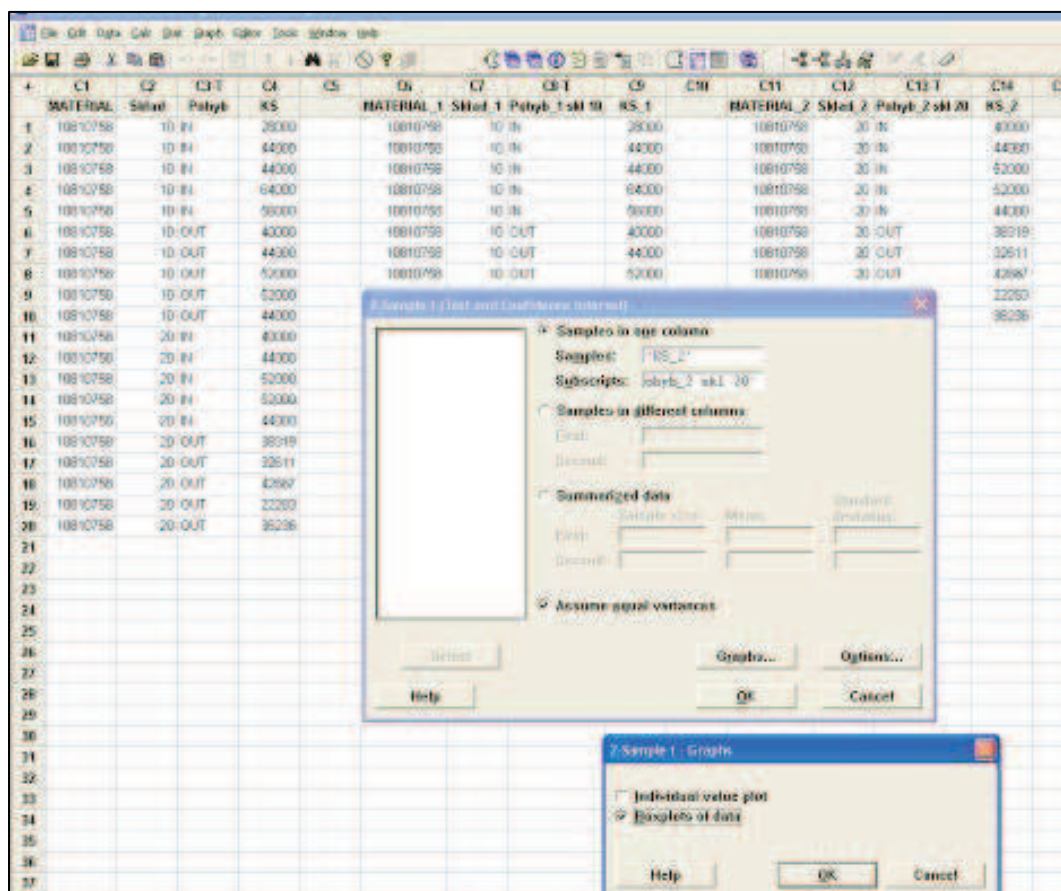
Podle zprávy 1 faktorové anovy (viz Obr. 37), kde je posuzována P–hodnota, pro kterou platí, je-li P–hodnota $> 0,05$, pak nezamítáme nulovou hypotézu H_0 . V tomto případě je u skladu 0010 P–hodnota = 0,906 a není tak dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. Nezamítáme tedy tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu. Vizuálně zobrazeno krabicovým grafem (viz Obr. 38).

Avšak v případě skladu 0020, kde je také posuzována P–hodnota, pro kterou platí, je-li P–hodnota $> 0,05$, v tomto případě P–hodnota je rovna 0,021, tedy je menší než je přípustná hodnota pro nezamítnutí hypotézy, pak je dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data pocházejí ze stejného rozdělení, tedy nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že lze zamítnout nulovou hypotézu. Je tedy zamítnuto tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0020 dovnitř i ven ze skladu. Vizuálně je zobrazeno krabicovým grafem (viz Obr. 39). Materiály 10810759 a 10810760 byly vyhodnoceny stejným způsobem a výsledky byly obdobné jako u materiálu 10810758. Tyto výsledky jsou uvedeny v příloze diplomové práce (viz Příloha 3 a Příloha 4).

Alternativní test hypotézy

Byl proveden alternativní test hypotézy, kde došlo k ověření hypotézy stejného základního rozdělení pravděpodobnosti v porovnání s alternativní hypotézou, která předpokládá, že

základní rozdělení pravděpodobnosti není u všech výběrů stejné. Pokud existují pouze dva výběry, bylo by možné rovnocenně použít funkci listu TTEST. V případě více než dvou výběrů nelze použít funkce TTEST.



Obr. 40 – Data použitá pro funkci TTEST

Zdroj: Systém MINITAB

```
Two-Sample T-Test and CI: KS_2; Pohyb_2 skl 20
Two-sample T for KS_2
Pohyb_2
skl 20  N    Mean  StDev  SE Mean
IN      5  46400  5367   2400
OUT     5  34423  7699   3443
Difference = mu (IN) - mu (OUT)
Estimate for difference: 11976,8
95% CI for difference: (2298,6; 21655,0)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2,85  P-Value = 0,021  DF = 8
Both use Pooled StDev = 6636,0028
```

Obr. 41 – Výsledná zpráva TTESTu

Zdroj: Systém MINITAB

Pomocí funkce TTEST bylo dosaženo stejného závěru jako u jednofaktorové anovy.

Závěr této analýzy týkající se materiálu 10810758 je, že k úbytku materiálu dochází ve skladu výroby 0020, kde budeme dále zkoumat způsob skladování a zmetkovost a navrhopvat řešení, jak eliminovat ztráty materiálu.

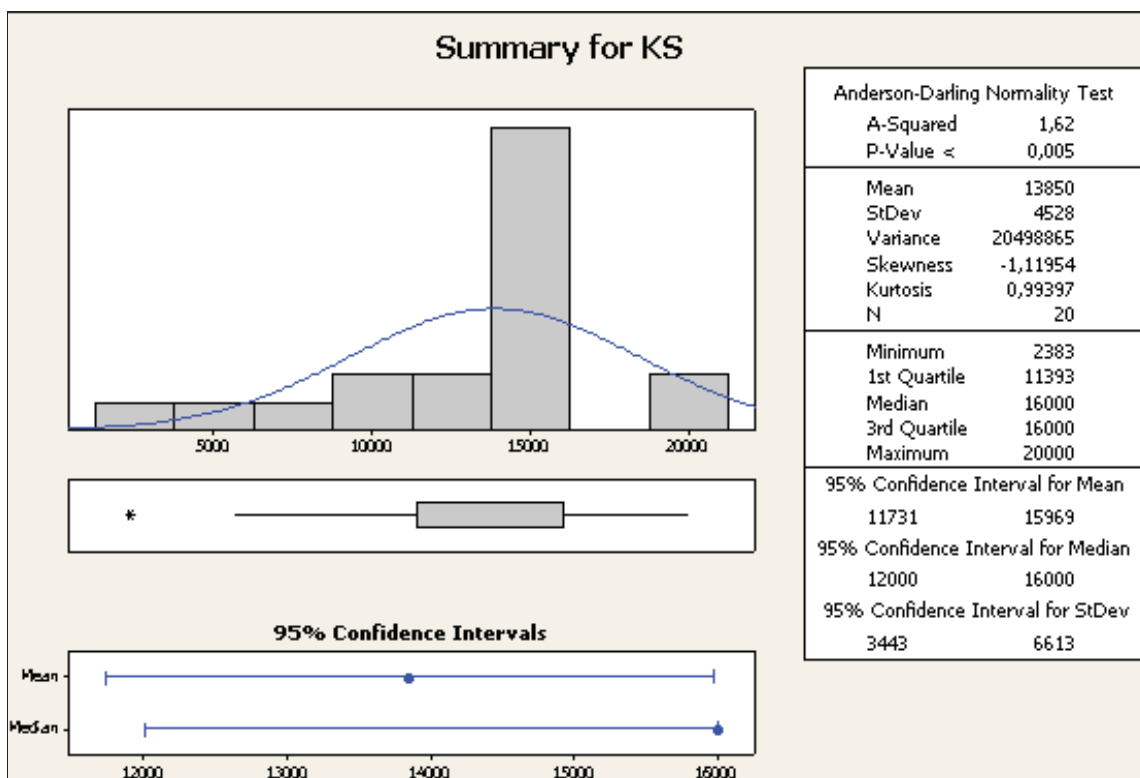
6.3.2.2 Materiál 10864993

Data související s materiálem č. 10864993 byla vložena do statistického programu MINITAB a následně byla vyhodnocena.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
	MATERIAL	Sklad	Pohyb	KS	subscripts	MATERIAL_1	Sklad_1	Pohyb_1	KS_1		MATERIAL_2	Sklad_2	Pohyb_2	KS_2
1	10864993	10	IN	16000	10in	10864993	10	IN	16000		10864993	20	IN	20000
2	10864993	10	IN	16000	10in	10864993	10	IN	16000		10864993	20	IN	16000
3	10864993	10	IN	16000	10in	10864993	10	IN	16000		10864993	20	IN	16000
4	10864993	10	IN	16000	10in	10864993	10	IN	16000		10864993	20	IN	12000
5	10864993	10	IN	16000	10in	10864993	10	IN	16000		10864993	20	IN	16000
6	10864993	10	OUT	20000	10out	10864993	10	OUT	20000		10864993	20	OUT	9644
7	10864993	10	OUT	16000	10out	10864993	10	OUT	16000		10864993	20	OUT	8256
8	10864993	10	OUT	16000	10out	10864993	10	OUT	16000		10864993	20	OUT	11191
9	10864993	10	OUT	12000	10out	10864993	10	OUT	12000		10864993	20	OUT	5620
10	10864993	10	OUT	16000	10out	10864993	10	OUT	16000		10864993	20	OUT	2383
11	10864993	20	IN	20000	20in									
12	10864993	20	IN	16000	20in									
13	10864993	20	IN	16000	20in									
14	10864993	20	IN	12000	20in									
15	10864993	20	IN	16000	20in									
16	10864993	20	OUT	9644	20out									
17	10864993	20	OUT	8256	20out									
18	10864993	20	OUT	11191	20out									
19	10864993	20	OUT	5620	20out									
20	10864993	20	OUT	2383	20out									

Obr. 42 – Data materiálu 10864993
Zdroj: Systém MINITAB

Pro uvedená data byl proveden test normality dat, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova. (viz Obr. 43)

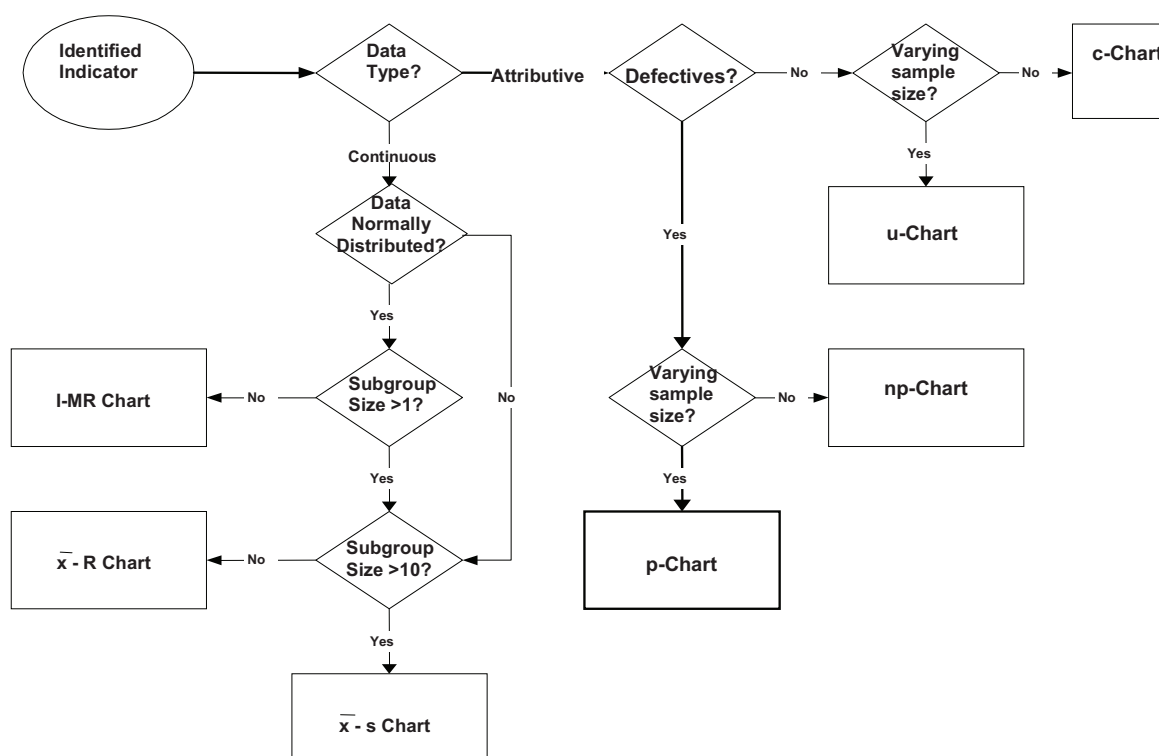


Obr. 43 – Test normality materiálu 10864993
Zdroj: Systém MINITAB

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10864993 , bylo vyhodnoceno $P\text{-value} < 0,005$, pro kterou platí, je-li $P\text{-hodnota} > 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna. V tomto případě $P\text{-value} < 0,05$ přivádí k závěru, že je zamítnuta H_0 (nulová hypotéza) a nepředpokládáme že data mají normální rozdělení. Pro vyhodnocení tohoto případu proto nelze použít Anovu.

V důsledku předešlého testu lze předpokládat, že se v procesu vyskytují tzv. „speciální příčiny“ které mají odlehle hodnoty ležící mimo statistickou kontrolu procesu a na které bychom se zaměřili po jejich identifikaci. Pro toto vyhodnocení použijeme SPC diagramy IMR chart a Xbar RChart, diagram testování průmětu a rozptylu.

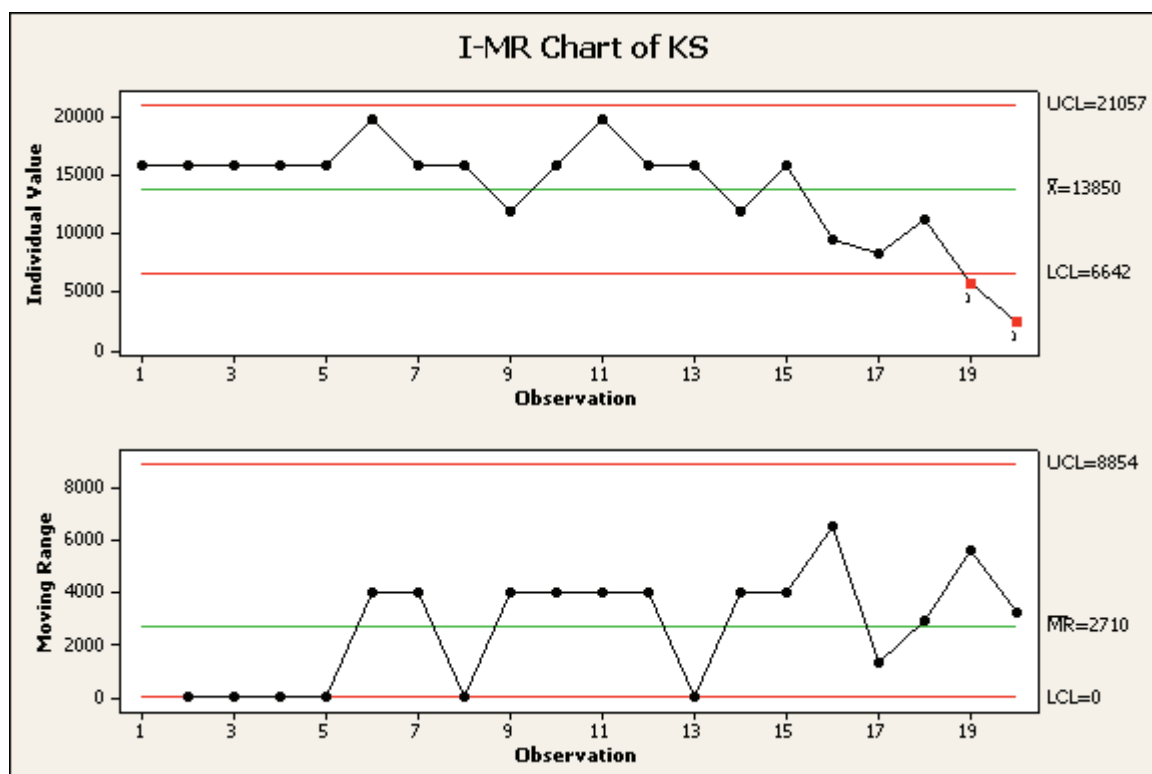
Podle typu dat a velikosti vzorku se lze řídit výběrem SPC grafu podle stromu, který je znázorněn na Obr. 44 , kde jdeme pouze po linii kvantitativních dat (continuous), tzn. že pro potřeby diplomové práce byly použity grafy I–MR Chart a Xbar–R Chart.



Obr. 44 – Výběr kontrolního grafu

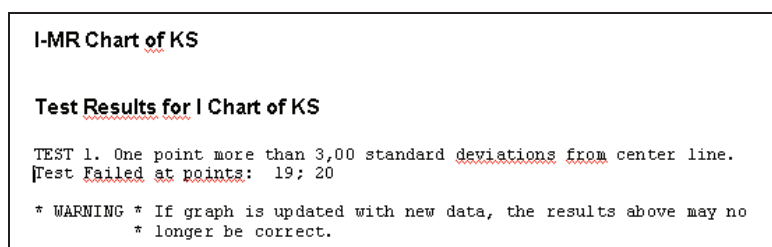
Zdroj: Interní materiály Delphi

IMR graf je použit pro pohled na celý proces pro pozorování odlehklých hodnot. IMR graf jak pro celý proces, tak podle skladů a pohybů je znázorněn na Obr. 45 a výsledná zpráva na Obr. 46



Obr. 45 – IMR graf pro celý proces

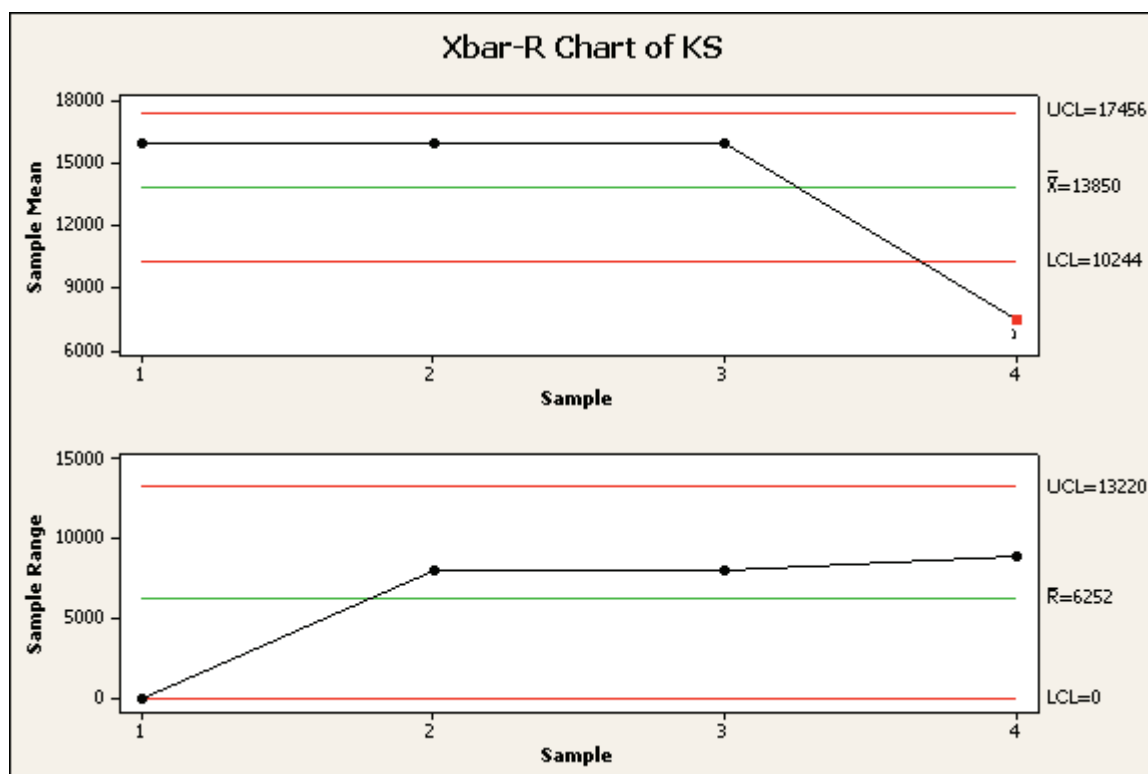
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 46 – Výsledná zpráva IMR

Zdroj: Systém MINITAB

Podle grafů viz níže a výsledné zprávy IMR (viz Obr. 46) byly pozorovány dvě poslední hodnoty, které jsou mimo statistickou kontrolu. Jsou to výstupy materiálu ze skladu výroby 0020. Pro další pozorování bude použit diagram Xbar Chart pro pohled na celý proces podle podskupin pro jednotlivé sklady a druhy pohybu a pro pozorování, ve kterém skladu dochází k disproporci v toku materiálu (viz Obr. 47)



Obr. 47 – Xbar Chart pro celý proces
Zdroj: Systém MINITAB

Podle diagramů IMR a Xbar Chart je vidět, že pro jednotlivé hodnoty průměrů a rozptylů u jednotlivých skladů a pohybů materiálu je opět největší disproporce, tj. úbytek materiálu ve skladu výroby 0020. Pracovalo se s daty, která neměla normální rozdělení.

6.3.3 Závěry fáze Analýzy

Pomocí grafu interakce byly určeny z celkového počtu dvanáct materiálů čtyři materiály 10810758, 10810759, 10810760 a 10864993, u kterých byly pozorovány odchylky v množstvích kusů jednotlivých kabelových ok mezi vstupy a výstupy u skladů logistiky 0010 a výroby 0020.

Dalším postupem byla analýza těchto čtyř materiálů pomocí statistické metody dvoufaktorová anova, pomocí které bylo zjišťováno chování toku těchto materiálů. Cílem bylo určit, v kterých místech procesu dochází ke ztrátám materiálu, jestli ve skladu logistiky 0010 nebo ve skladu výroby 0020. Dvoufaktorová anova graficky ukazovala (pomocí krabicového grafu) odchylku u všech materiálů při výstupu ze skladu výroby 0020, ale toto nebylo potvrzeno matematicky pomocí P hodnoty, abychom mohli zamítnout H_0 , nulovou hypotézu, potvrzující předpoklad, že při výstupu ze skladu 0020 dochází k úbytku materiálu. Proto bylo dále pokračováno detailněji pomocí jednofaktorové anovy pro jednotlivé sklady a vstupy a výstupy materiálu. Tato metoda již potvrdila

zamítnutí H_0 , nulové hypotézy, pomocí P hodnoty $< 0,05$ u skladu 0020. U skladu 0010 H_0 zamítnuta nebyla. Tento závěr ukazoval na fakt, že ke ztrátám materiálů dochází v oblasti skladu výroby 0020. Takto jsme postupovali u 3 materiálů 10810758, 10810759, 10810760.

Materiál 10864993 nesplňoval podmínku normálního rozdělení, takže bylo použito metod statistických kontrolních grafů, známých též jako Shewartovy grafy. Též bylo indikováno, že ke ztrátám materiálu dochází v oblasti skladu materiálu výroby 0020.

Z fáze měření již byly též získány důležité poznatky, že uvedené analyzované 4 materiály se vyskytují na projektu ŠKODA, což zužuje oblast prověřování ve výrobě a dále že se všechny 4 materiály vyskytují v 80 % části obrátu 14 216 855,– Kč vydaném za tyto materiály, viz Pareto graf (Obr. 19) v části měření, což potvrzovalo finanční účinnost daného projektu.

6.4 Fáze zlepšení procesu

V této části projektu byla prozkoumána místa ve skladu a ve výrobě, kde se materiál vyskytoval, jak byl skladován, zpracováván a jaký k němu byl přístup. Již z analýzy bylo určeno, že všechny čtyři sledované a problematické materiály se vyskytovaly pouze na projektu Škoda (A05 a A5).

6.4.1 Skladování kabelových ok ve skladu logistiky 0010.

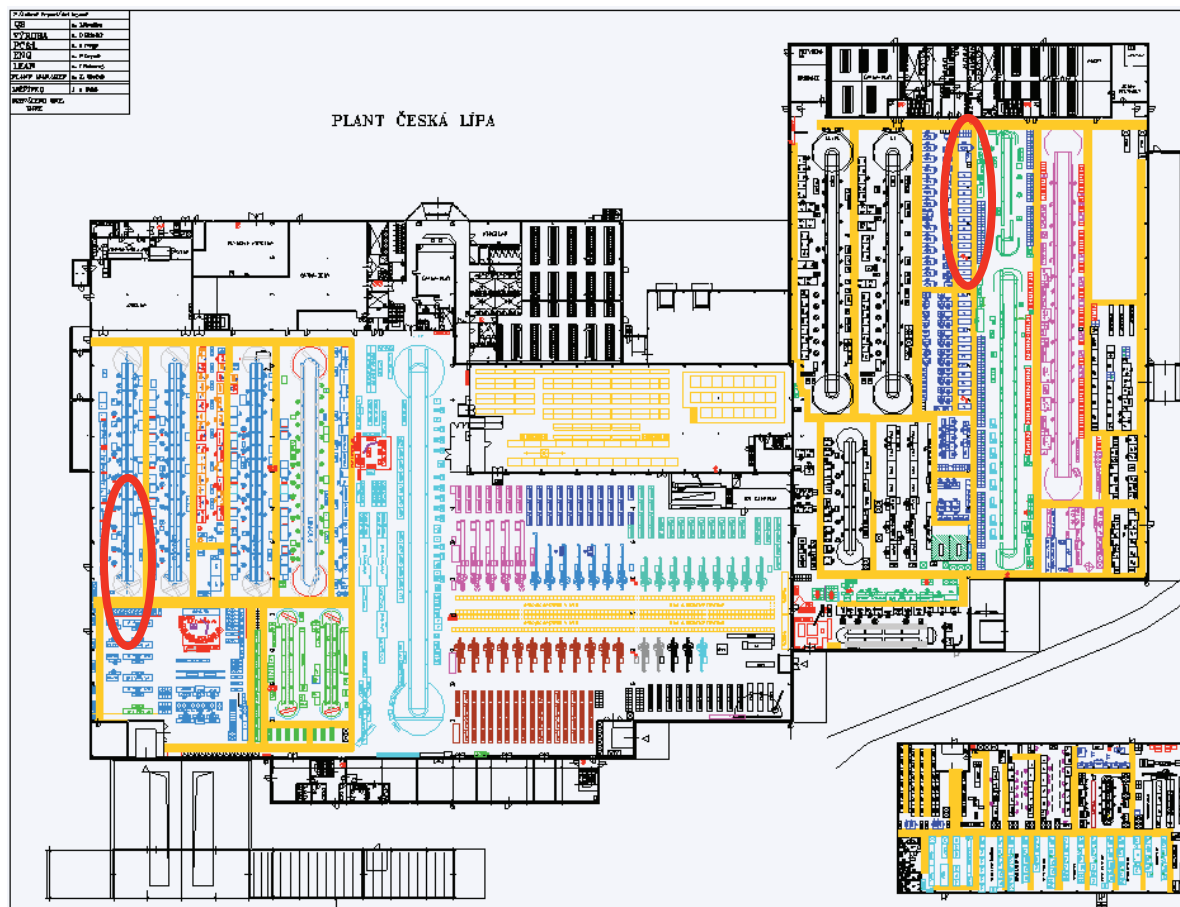
Kabelová oka jsou po vyložení z kamionu a naskenování příjmu uložena do uzavřených regálů v uzavřených baleních (viz Obr. 48). Odtud jsou vydávána podle potřeby do výroby. V této oblasti není umožněno zcizení materiálu. Podle vstupní kontroly kvality se u těchto komponentů ani žádná odpadovost z důvodu nekvality dodavatele nevyskytuje. Proto se v této oblasti neuvažovalo o možném úniku materiálu, což bylo v analýze doloženo statistickým pozorováním pomocí anovy pro sklad logistiky 0010 viz Obr. 48



Obr. 48 – Sklad kabelových ok ve skladu logistiky 0010
Zdroj: Interní materiály Delphi

6.4.2 Skladování kabelových ok ve skladu výroby 0020 a oblasti montáže.

Pro pohled z vyšší perspektivy byla vyznačena oblast výskytu a skladování sledovaných kabelových ok v „layoutu“ podniku (viz Obr. 49). Výskyt je na pracovišti předkonfekce, kde se připravují polotovary s nalisovanými kabelovými oky pro montáž na lince. Další místo uložení ok je na konci montážní linky projektu Škoda, kde probíhají přímé operace nalisování tohoto materiálu. Třetí místem výskytu je nad linkou u nástřihového stroje Filomat sekajícího startovací kabely.



Obr. 49 – Plán podniku – skladování materiálu

Zdroj: Interní materiály Delphi

6.4.3 Slabá místa procesu a jejich minimalizace

Slabá místa procesu byla zjištěna především na pracovišti předkonfekce (viz Obr. 51) a u montážní linky (viz Obr. 50), kde byl tento materiál skladován v plastových boxech na pracovišti příslušných operátorů. Byl umístěn tak, aby se zajistila maximální ergonomie pracoviště a operátoři potřebovali minimální čas k těmto operacím s kabelovými oky. Doplnění materiálu probíhalo systémem kanban ve frekvenci cca 1 dávka za směnu.

Materiál byl volně přístupný, nebyl nijak uzamčen, takže během přestávek nebo když nebyla na daném projektu probíhající směna, prakticky nebyl pod kontrolou.



Obr. 50 – Skladování materiálu u montážních linek
Zdroj: Interní materiály Delphi



Obr. 51 – Skladování materiálu na pracovišti předkonfekce
Zdroj: Interní materiály Delphi

V důsledku volného přístupu k tomuto materiálu během prostojů linky, nebo pracoviště předkonfekce, kdy nebyli přítomni operátoři, docházelo ke krádežím tohoto materiálu ze skladovacích boxů.

Po konzultacích s operátory, mistry a technickými pracovníky odpovědnými za technologii výroby byla přijata příslušná opatření vedoucí k odstranění tohoto problému. Na pracoviště předkonfekce a výrobní linky byly postaveny železné skříně (viz Obr. 52), kam byl tento specifický materiál během odstávek linky uschován a zamčen. Dále byly sníženy kanbanové dávky na nižší až čtvrtinové původní množství materiálu a zvýšena frekvence zásobování z jedné dávky za směnu na čtyři dávky za směnu, aby se ve volně přístupných boxech nevyskytovalo větší množství kabelových ok najednou.



Obr. 52 – Skladování materiálu na pracovišti PKF a linky po nápravném opatření
Zdroj: Interní materiály Delphi

Slabá místa procesu byla také zjištěna u nástřihového stroje Filomat (viz Obr. 53), který zajišťuje výrobu startovacích kabelů a pracuje ve třísměnném provozu. V měřeném období byly pozorovány ve výrobním procesu nástřihu kabelů u tohoto stroje zvýšená množství technologických odpadů (Obr. 54).



Obr. 53 – Nástřihový stroj Filomat
Zdroj: Interní materiály Delphi



Obr. 54 – Technologické odpady u nástřihového stroje Filomat
Zdroj: Interní materiály Delphi

Po konzultacích s operátory, mistry a technickými pracovníky odpovědnými za technologii výroby byly definovány tyto oblasti příčin zvýšené odpadovosti: nepřesnosti v měřicím zařízení (viz Obr. 55), natažení kabelu, odvíječ (čidlo), variace v průměru kabelu (prověřit variaci), v navíjecím zařízení (nereaguje v souladu s během stroje – viz Obr. 56) a zpětná brzda.



Obr. 55 – Měřicí zařízení
Zdroj: Interní materiály Delphi



Obr. 56 – Navíjecí zařízení
Zdroj: Interní materiály Delphi

Prověřením definovaných oblastí možných příčin byla přijata příslušná opatření k odstranění problému zvýšené odpadovosti. Na pracovišti nástřihového stroje Filomat bylo

změněno postavení odvíječe a zmírněno natažení kabelu, kalibrováno měřicí zařízení (odstraněny nepřesnosti v měřicím zařízení) a odstraněny závady v navíjecím zařízení, které již reaguje v souladu s během stroje (oprava zpětné brzdy). Po implementaci těchto opatření byl výskyt zvýšených technologických odpadů výrazně redukován. Toto bylo dále pozorováno v kontrolní fázi pomocí statistických vyhodnocení.

6.4.4 Závěry fáze Zlepšení

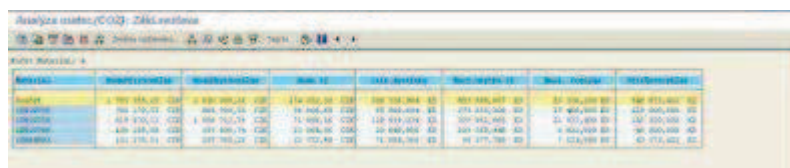
Po přijatých nápravných opatřeních bylo očekáváno výrazné zlepšení toku materiálu a výrazná minimalizace ztrát.

Dalším postupem byly obdobné kroky jako ve fázi měření a fázi analýzy. Získání dat z databáze SAP, určení stability výroby SPC pro předpoklad ověřování toku materiálu pomocí anovy, dále stability procesu Cpk a porovnání situace % odpadovosti, ztrátovosti před a po nápravných opatřeních. Dále byla provedena analýza těchto čtyř materiálů opět pomocí statistické metody dvoufaktorová anova, pomocí které bylo zjišťováno chování toku těchto materiálů. Cílem bylo určit, zda v místech procesu nedochází dále ke ztrátám materiálu, zejména ve skladu výroby 0020. A dále jestli ve skladu logistiky 0010 a ve skladu výroby 0020 je tok materiálu stejný. Proto bylo dále pokračováno detailněji pomocí jednofaktorové anovy pro jednotlivé sklady a vstupy a výstupy materiálu.

6.5 Fáze kontroly procesu

6.5.1 Získání dat pohybu materiálu po nápravných opatřeních

Po realizaci všech nápravných opatření uvedených v předchozí kapitole byly určeny logistické materiálové pohyby kabelových ok v systému SAP v období srpen až prosinec 2009. Znovu bylo využito logistické transakce MCBE, jejíž výsledek je zobrazen na Obr. 57).



The screenshot shows the SAP MCBE (Material Consumption by End User) transaction. It displays a table with columns for Material, Quantity, Date, and various status indicators. The data is organized into a grid with alternating blue and white rows.

Obr. 57 – Transakce MCBE
Zdroj: SAP

Data z transakce MCBE byla stažena do aplikace Excel. Zpracovaný výsledek s daty je uveden v Tab. 10.

6.5.2 Úroveň výroby v období po nápravných opatřeních

Bylo nutné dále opět určit úroveň výroby u projektů A05, A5 a D3 v ks pomocí databáze SAP a aplikace Excel. Úroveň výroby je znázorněna v Tab. 9 a data stažená pro aplikace Anova jsou v Tab. 10.

Tab. 9 – Počty aut za měsíc

	D3	A5	A05	Celkem
srpen	1250	17360	3150	21760
září	1869	17520	3350	22739
říjen	1475	16439	3280	21194
listopad	1115	16187	3240	20542
prosinec	1350	17520	3560	22430

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 10 – Data stažená pro aplikaci Anovy

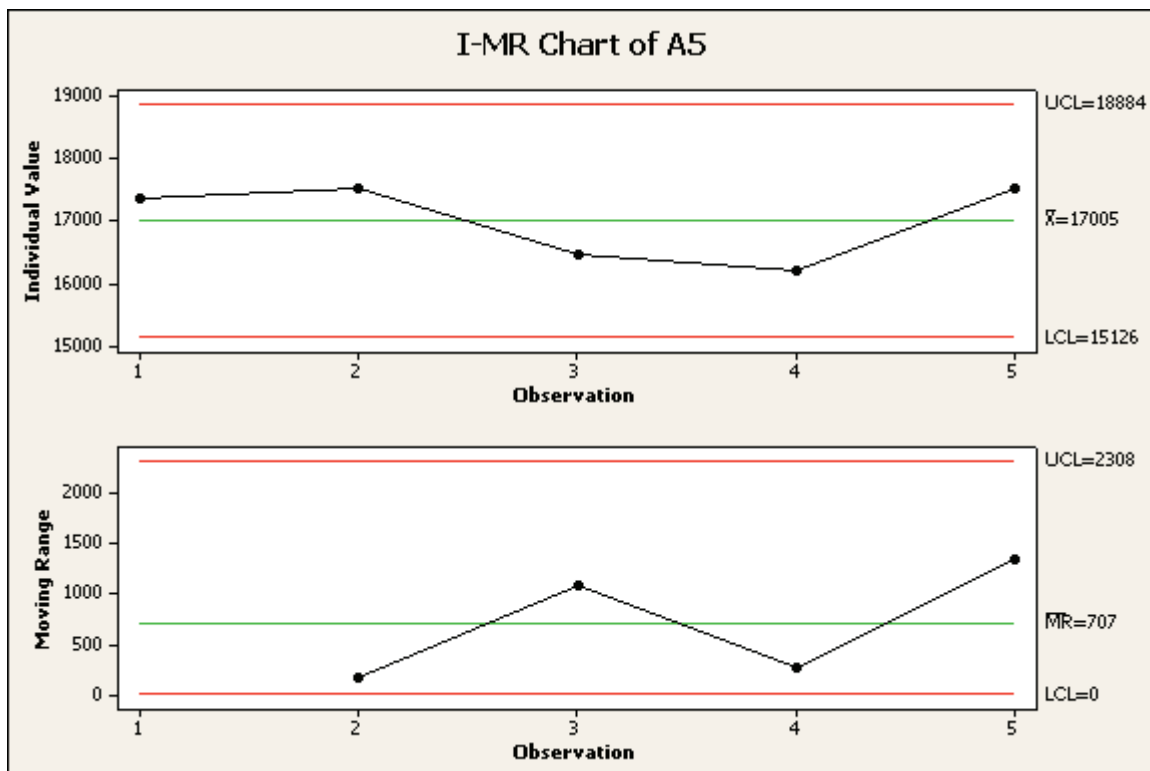
Materiál	Sklad	Měsíc	OUT	IN
10810758	0010	Srpen 09	25500	24000
10810758	0010	Září 09	25000	26000
10810758	0010	Říjen 09	24000	24000
10810758	0010	Listopad 09	21500	22000
10810758	0010	Prosinec 09	22000	21000
10810758	0020	Srpen 09	22150	25000
10810758	0020	Září 09	28704	24000
10810758	0020	Říjen 09	22685	24000
10810758	0020	Listopad 09	19500	16000
10810758	0020	Prosinec 09	18600	21000
10810759	0010	Srpen 09	24000	23500
10810759	0010	Září 09	36000	31000
10810759	0010	Říjen 09	32000	24000
10810759	0010	Listopad 09	20000	24000
10810759	0010	Prosinec 09	21000	25000
10810759	0020	Srpen 09	25500	24000
10810759	0020	Září 09	30982	36000
10810759	0020	Říjen 09	37214	32000
10810759	0020	Listopad 09	21074	20000
10810759	0020	Prosinec 09	23500	22000
10810760	0010	Srpen 09	6000	6500
10810760	0010	Září 09	5000	4000
10810760	0010	Říjen 09	4000	5500
10810760	0010	Listopad 09	4000	4000
10810760	0010	Prosinec 09	4500	5000
10810760	0020	Srpen 09	6300	8000
10810760	0020	Září 09	4802	8000
10810760	0020	Říjen 09	3575	4000
10810760	0020	Listopad 09	2099	4000
10810760	0020	Prosinec 09	5947	6000
10864993	0010	Srpen 09	8000	4000
10864993	0010	Září 09	8000	8000
10864993	0010	Říjen 09	4000	5000
10864993	0010	Listopad 09	4000	4000
10864993	0010	Prosinec 09	6000	5000
10864993	0020	Srpen 09	5130	8000
10864993	0020	Září 09	3789	8000
10864993	0020	Říjen 09	7587	4000
10864993	0020	Listopad 09	2517	4000
10864993	0020	Prosinec 09	5500	6000

Zdroj: Vlastní zpracování

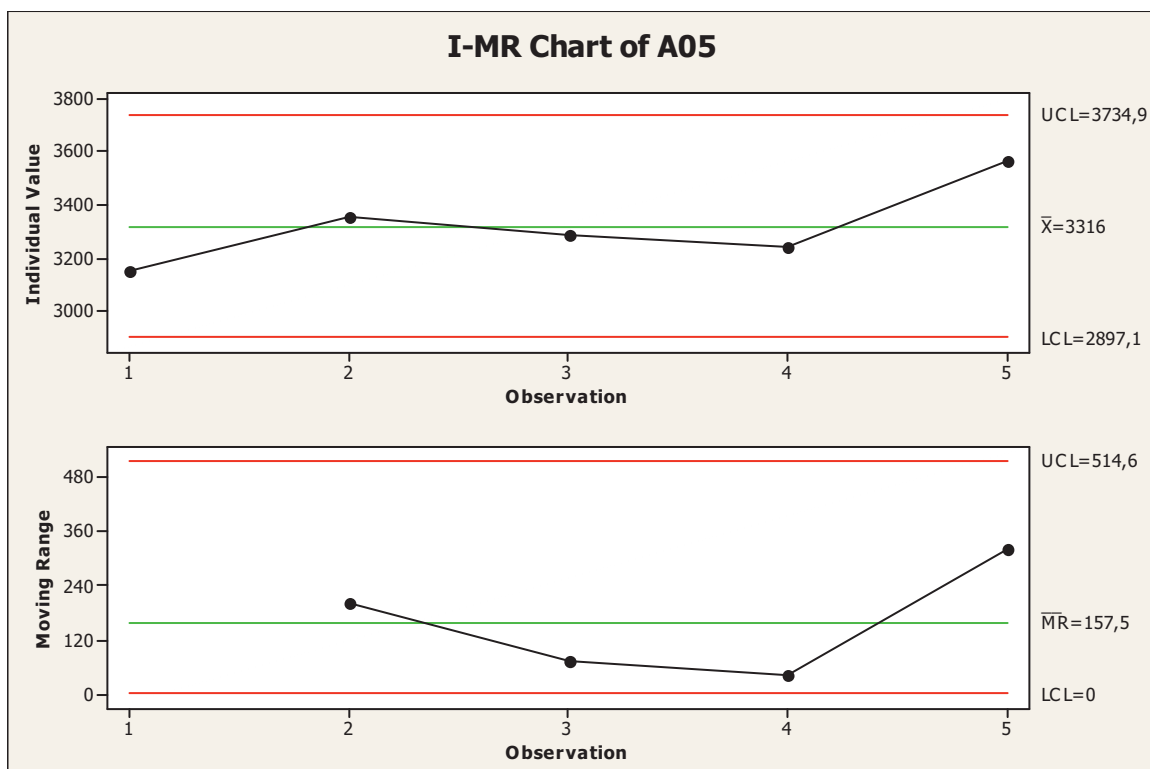
6.5.3 SPC statistická kontrola procesu výroby

Pomocí statistického softwaru MINITAB byla provedena statistická kontrola procesu SPC u projektů A05 a A5 (viz Obr. 58 a Obr. 59) měsíční úrovně výroby aut jednotlivých projektů, aby bylo možno dále ve vyhodnocování používat zvolené statistické nástroje.

SPC statistickou kontrolu procesu je dále porovnávána pouze u Škoda projektů, protože všechny čtyři vyšetřované materiály jsou používány pouze na těchto projektech.



Obr. 58 – Statistická kontrola procesu u projektu A5
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 59 – Statistická kontrola procesu u projektu A05
Zdroj: Systém MINITAB

Podle grafu individuálních hodnot a jejich rozptylu lze pozorovat, že procesy výroby jsou pod statistickou kontrolou. Žádná z individuálních hodnot nepřekračuje statistické hranice procesu, u I-MR 3 sigma. V procesech se nevyskytují žádné „speciální příčiny“ narušující statistickou kontrolu a průběh procesu.

Rovnoměrná výroba během pěti sledovaných měsíců je předpokladem pro rovnoměrnou spotřebu ok během těchto pěti sledovaných měsíců.

Protože je po celém toku materiálu využíván KANBAN systém, předpokládáme, že vstupy a výstupy do jednotlivých skladů a z nich se v měsíčních časových jednotkách rovnají.

Přesná potřeba množství ok je dána výstupem ze skladu VÝROBA 0020, zde se provádí odpis automaticky v SAP podle kusovníků materiálu.

6.5.4 Stabilita (způsobilost) procesu Cpk před a po nápravných opatřeních

Dále byla zjišťována stabilita (způsobilost) procesu Cpk z hlediska procentního rozdílu mezi dodaným materiálem a spotřebovaným materiálem. Dodaný materiál do procesu je množství vstupu do skladu LOG 0010, spotřeba je výstup ze skladu VÝROBA 0020, tzv. „backflush“, tj. odpis, automaticky prováděný v systému SAP. Tyto dva údaje podělíme, výstup 0020 / vstup 0010 a dostaneme % spotřebovaného materiálu versus dodaného materiálu. Tento ukazatel nám ukáže proces z hlediska ztrátovosti. Jako spodní toleranční limit si odhadem stanovujeme 70%, tj. hodnota 0,7 pro software MINITAB. Takto byla zobrazena výchozí hranice PPM, která je nyní po nápravných opatřeních znovu vyhodnocena a porovnává jestli dochází ke snížení PPM.

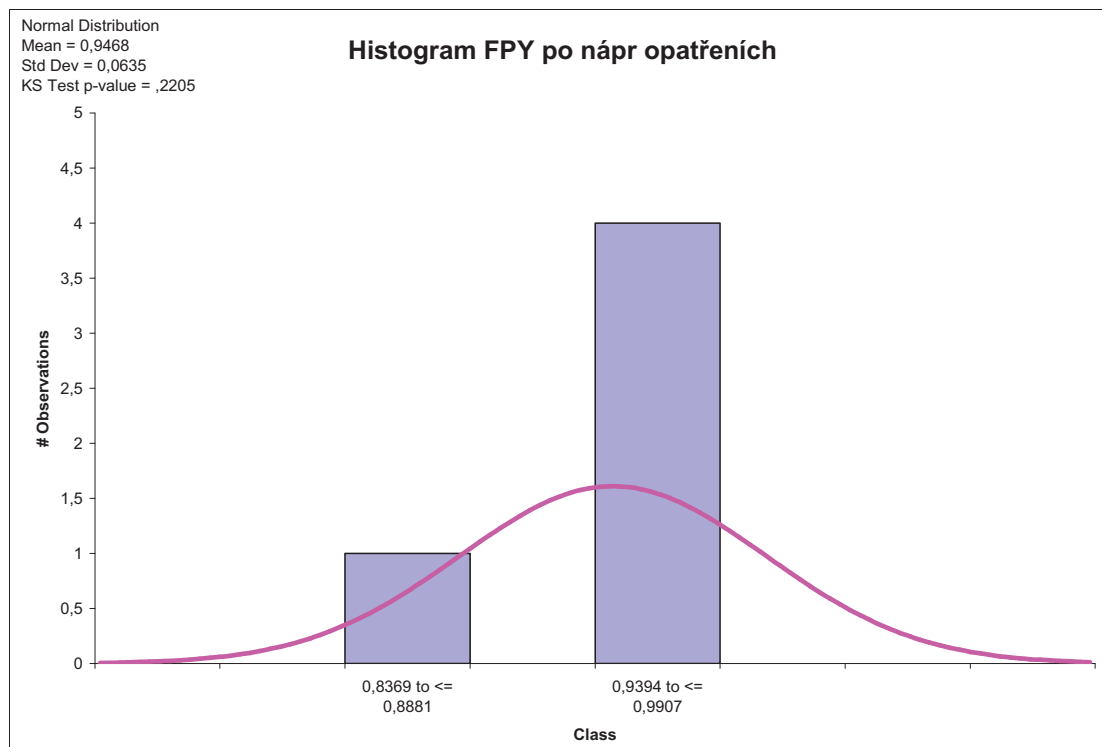
Tab. 11 – Výpočet % FPY před nápravnými opatřeními

Součet z KS	Sklad	Pohyb						
	0010		Celkem z 0010	0020		Celkem z 0020	Celkový součet	
Měsíc	IN	OUT		IN	OUT			% FPY
únor 09	159700	178550	338250	178550	147330,138	325880,138	664130,138	0,92
březen 09	171050	183200	354250	183200	124555,438	307755,438	662005,438	0,73
duben 09	188850	195150	384000	195150	160975,995	356125,995	740125,995	0,85
květen 09	235150	200150	435300	200150	104882,061	305032,061	740332,061	0,45
červen 09	204050	169350	373400	169900	135502,018	305402,018	678802,018	0,66
Celkový součet	958800	926400	1885200	926950	673245,65	1600195,65	3485395,65	

Tab. 12 – Výpočet % FPY po nápravných opatřeních

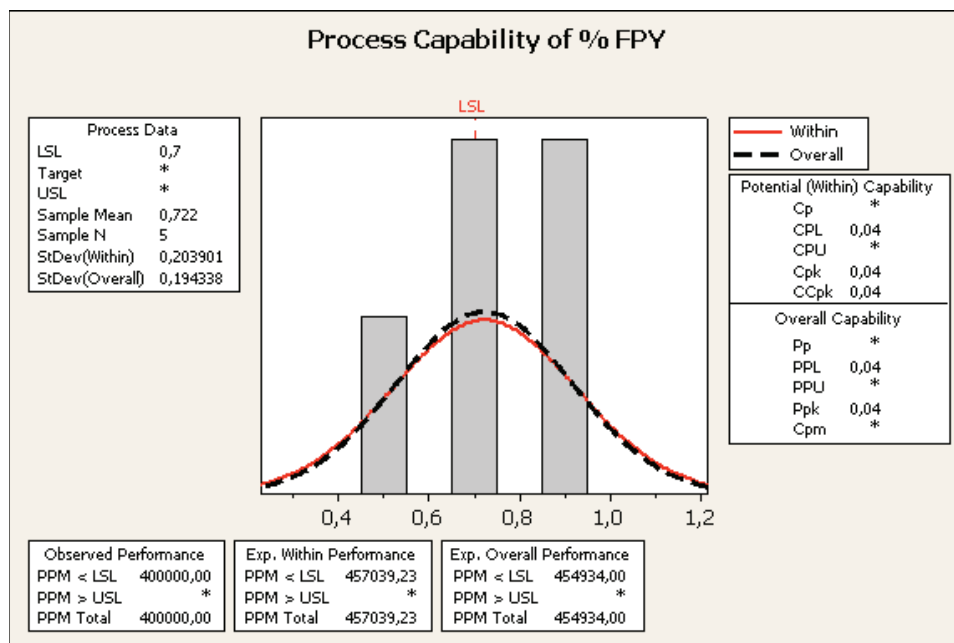
Součet z KS	Sklad	Pohyb						
	0010		Celkem z 0010	0020		Celkem z 0020	Celkový součet	
Měsíc	IN	OUT		IN	OUT			% FPY
srpen 09	58000	62350	121500	62350	57462	124080	245579,565	0,991
září 09	69000	74000	143000	76000	68277	144277	287277,187	0,990
říjen 09	58500	64000	122500	64000	56210	135062	257561,606	0,961
listopad 09	54000	49500	103500	44000	45190	89190	192690,055	0,837
prosinec 09	56000	53500	109500	55000	53547	108547	218046,839	0,956
Celkový součet	295500	304500	600000	304000	297155	601155,252	1201155,252	

Bylo nutné provedení testu normality rozdělení dat v procentech (viz Obr. 60 po nápravných opatřeních, které dále umožňuje použít vyhodnocení Cpk, tj. způsobilost, nebo též stabilitu procesu. Bylo zde použito statistického softwaru SPCXL, doplňku Excelu, vydaného společností U.S.Air Academy, Colorado, USA.

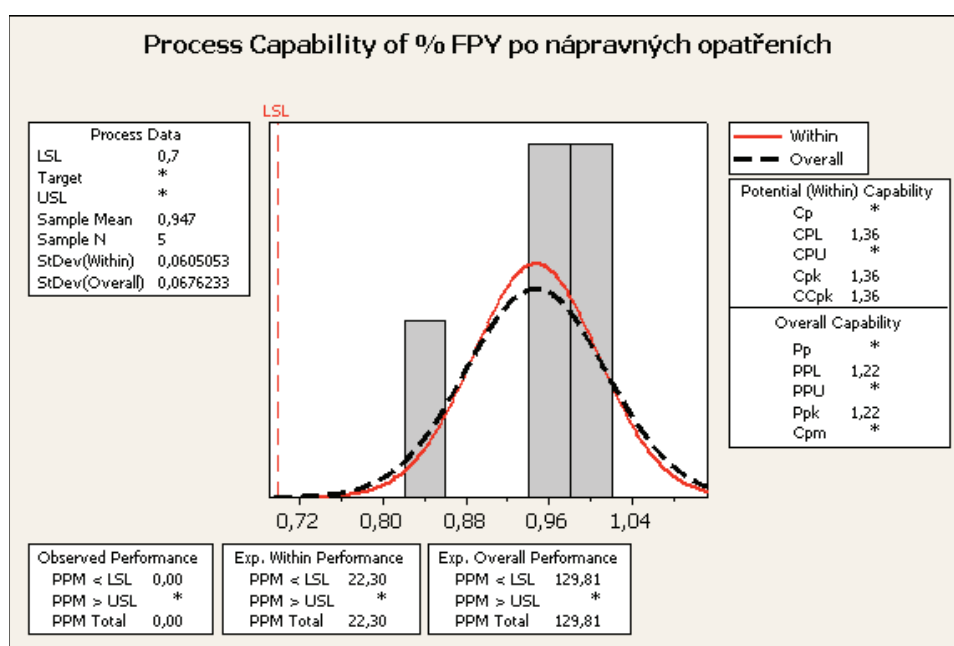


Obr. 60 – Test normality po nápravných opatřeních
Zdroj: Statistický software SPCXL

Podle testované hodnoty $P\text{-value} > 0,05$ není dostatek důkazů zamítnout H_0 , že data nemají normální rozdělení. V tomto případě lze dále použít vyhodnocení Cpk (viz Obr. 61 a Obr. 62), kde normalita dat je podmínkou pro toto vyhodnocení. Popisná statistika dále ukazuje, že průměrné využití materiálu je 94,68 %, směrodatná odchylka je 6,35 %. Jak je výše zmíněno, lze předpokládat normálně rozdělená data.

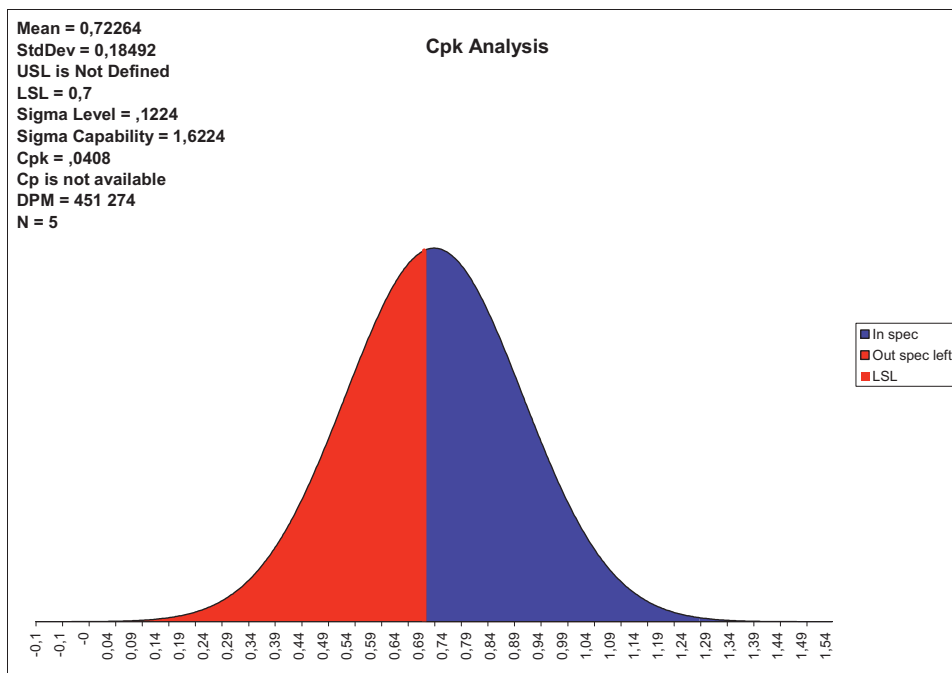


Obr. 61 – Způsobilost procesu před nápravným opatřením
Zdroj: Systém MINITAB

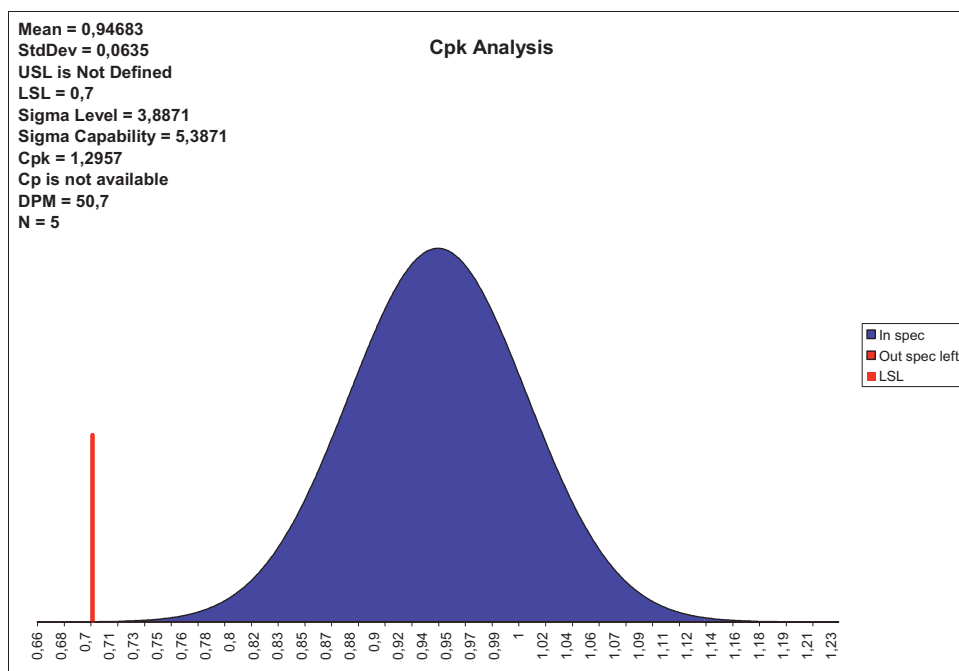


Obr. 62 – Způsobilost procesu po nápravných opatřeních
Zdroj: Systém MINITAB

Pro lepší vizuální zobrazení bylo pro Cpk použito alternativně programu Excel a jeho doplňku SPCXL (viz Obr. 63 a Obr. 64).



Obr. 63 – Způsobnost procesu před nápravnými opatřeními
 Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL



Obr. 64 – Způsobnost procesu po nápravných opatřeních
 Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

Podle grafu a vypočtených údajů v tabulkách lze pozorovat, že při stanovené dolní hranici tolerance ztrátovosti 70 %, což je již neakceptovatelná situace, bylo v procesu před zlepšením PPM 454 934, což znamená, že při dané variabilitě s 95 % spolehlivostí je necelá polovina materiálu, při stanovené toleranci ztrátovosti „ztracena“ v logistickém a

výrobním procesu. Tyto tolerance byly využity při měření procesu po zlepšení. Ve výsledcích bylo vidět velké zlepšení, neboť PPM 454934 bylo sníženo na PPM 129,81 což je téměř bezdefektní proces, kde nedochází k žádným ztrátám materiálu ve výrobě.

6.5.5 Vyvážená dvoufaktorová anova

Vyvážená dvoufaktorová anova byla provedena jednotlivě pro čtyři materiály. Vstupní data (viz Tab. 13) jsou vyjmuta z tabulky všech původně pozorovaných materiálů a dále uspořádána pro použití anovy. Byl opakován stejný postup jako ve fázi analýzy. Předpokladem bylo, že u všech čtyř materiálů dojde při statistickém testování hypotézy H_0 , nulové hypotézy k situaci, kdy nebude dostatek důkazů tuto zamítnout, tj., že tok materiálů nebude mít statisticky významné odchylky. Tato skutečnost by potvrzovala, že již nedochází k unikům materiálů.

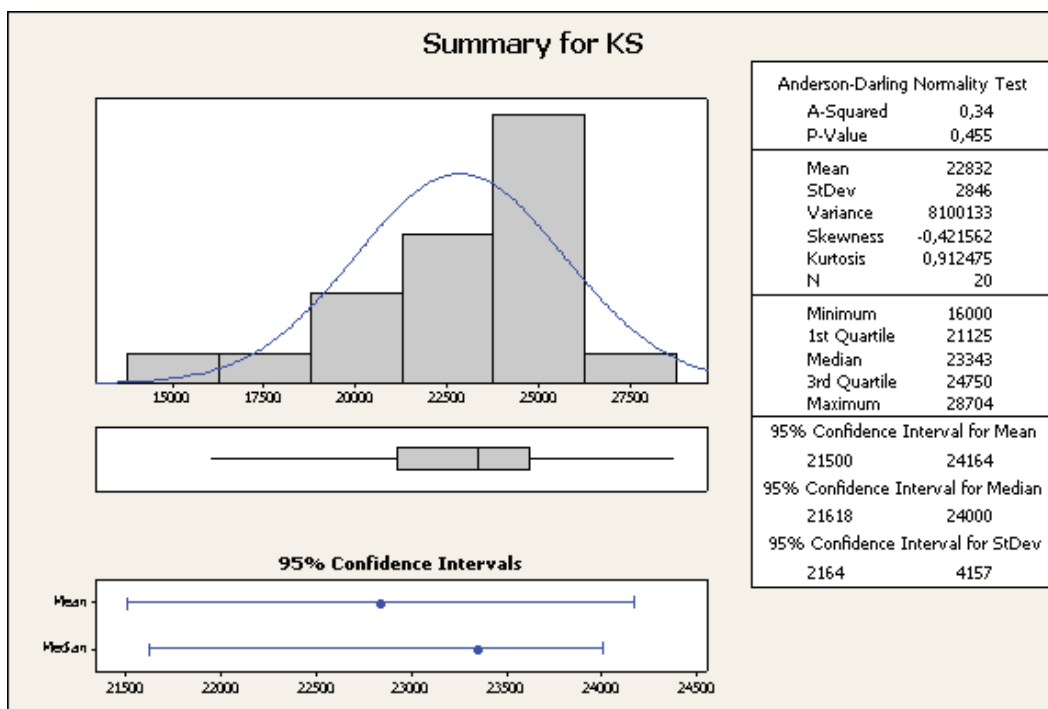
Tab. 13 – Data pro zpracování Anovy

Materiál	Sklad	Pohyb	KS		Materiál	Sklad	Pohyb	KS
10810758	0010	IN	24000		10810760	0010	IN	6500
10810758	0010	IN	26000		10810760	0010	IN	4000
10810758	0010	IN	24000		10810760	0010	IN	5500
10810758	0010	IN	22000		10810760	0010	IN	4000
10810758	0010	IN	21000		10810760	0010	IN	5000
10810758	0010	OUT	25500		10810760	0010	OUT	6000
10810758	0010	OUT	25000		10810760	0010	OUT	5000
10810758	0010	OUT	24000		10810760	0010	OUT	4000
10810758	0010	OUT	21500		10810760	0010	OUT	4000
10810758	0010	OUT	22000		10810760	0010	OUT	4500
10810758	0020	IN	25000		10810760	0020	IN	8000
10810758	0020	IN	24000		10810760	0020	IN	8000
10810758	0020	IN	24000		10810760	0020	IN	4000
10810758	0020	IN	16000		10810760	0020	IN	4000
10810758	0020	IN	21000		10810760	0020	IN	6000
10810758	0020	OUT	22150		10810760	0020	OUT	6300
10810758	0020	OUT	28704		10810760	0020	OUT	4802
10810758	0020	OUT	22685		10810760	0020	OUT	3575
10810758	0020	OUT	19500		10810760	0020	OUT	2099
10810758	0020	OUT	18600		10810760	0020	OUT	5947
10810759	0010	IN	23500		10864993	0010	IN	4000
10810759	0010	IN	31000		10864993	0010	IN	8000
10810759	0010	IN	24000		10864993	0010	IN	5000
10810759	0010	IN	24000		10864993	0010	IN	4000
10810759	0010	IN	25000		10864993	0010	IN	5000
10810759	0010	OUT	24000		10864993	0010	OUT	8000
10810759	0010	OUT	36000		10864993	0010	OUT	8000
10810759	0010	OUT	32000		10864993	0010	OUT	4000
10810759	0010	OUT	20000		10864993	0010	OUT	4000
10810759	0010	OUT	21000		10864993	0010	OUT	6000
10810759	0020	IN	24000		10864993	0020	IN	8000
10810759	0020	IN	36000		10864993	0020	IN	8000
10810759	0020	IN	32000		10864993	0020	IN	4000
10810759	0020	IN	20000		10864993	0020	IN	4000
10810759	0020	IN	22000		10864993	0020	IN	6000
10810759	0020	OUT	25500		10864993	0020	OUT	5130
10810759	0020	OUT	30982		10864993	0020	OUT	3789
10810759	0020	OUT	37214		10864993	0020	OUT	7587
10810759	0020	OUT	21074		10864993	0020	OUT	2517
10810759	0020	OUT	23500		10864993	0020	OUT	5500

Zdroj: Vlastní zpracování v programu Excel

6.5.5.1 Materiál 10810758

Data materiálu 10810758 byla vložena do MINITABU a vyhodnocena. Bylo opět nutné provést test normality dat viz Obr. 65, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.

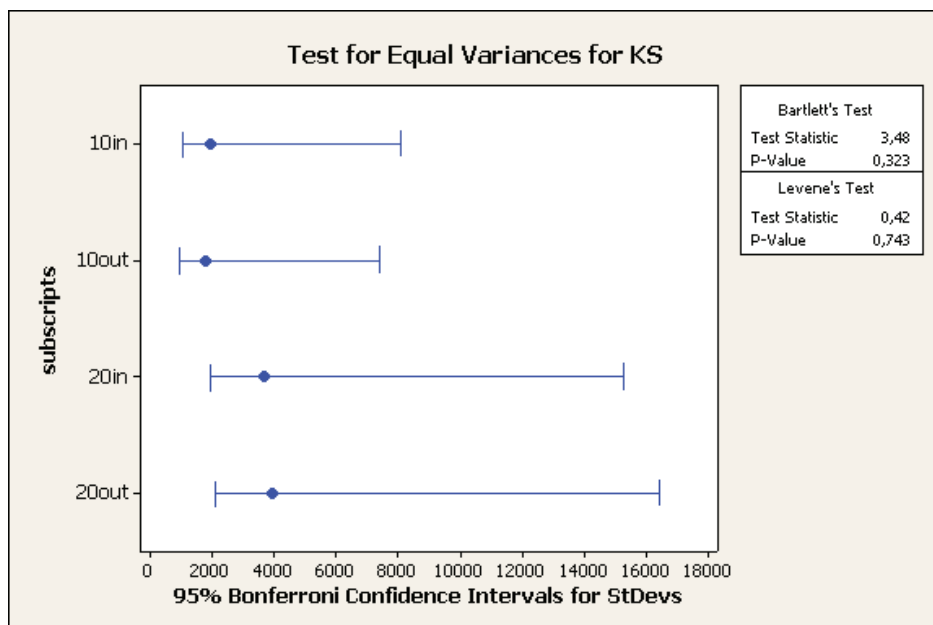


Obr. 65 – Test normality pro materiál 10810758

Zdroj: Systém MINITAB

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10810758, bylo vyhodnoceno P-value 0,455, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.

Test rozptylu dat (viz Obr. 66) byl proveden pro uvedená data, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova (pro názornost je přiložena výsledná zpráva – viz Obr. 67)



Obr. 66 – Test rozptylu dat pro materiál 10810758

Zdroj: Systém MINITAB

Test for Equal Variances: KS versus subscripts

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

subscripts	N	Lower	StDev	Upper
10in	5	1029,09	1949,36	8087,4
10out	5	940,66	1781,85	7392,5
20in	5	1939,67	3674,23	15243,5
20out	5	2090,22	3959,42	16426,7

Bartlett's Test (normal distribution)
Test statistic = 3,48; p-value = 0,323

Levene's Test (any continuous distribution)
Test statistic = 0,42; p-value = 0,743

Obr. 67 – Výsledná zpráva testu rozptylu pro materiál 10810758

Zdroj: Systém MINITAB

Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10810758, jsme vyhodnotili P-value, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nemáme dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že rozptyly dat se neliší. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna. Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy a krabicový graf jsou dále zobrazeny na Obr. 68 a na Obr. 69.

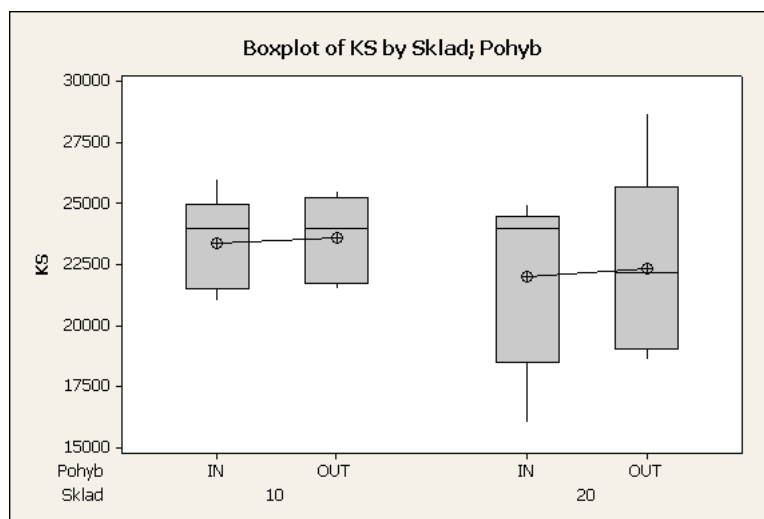
Two-way ANOVA: KS versus Sklad; Pohyb

Source	DF	SS	MS	F	P
Sklad	1	8925816	8925816	0,99	0,335
Pohyb	1	348216	348216	0,04	0,847
Interaction	1	20416	20416	0,00	0,963
Error	16	144608077	9038005		
Total	19	153902525			

S = 3006 R-Sq = 6,04% R-Sq(adj) = 0,00%

Obr. 68 – Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy pro materiál 10810758

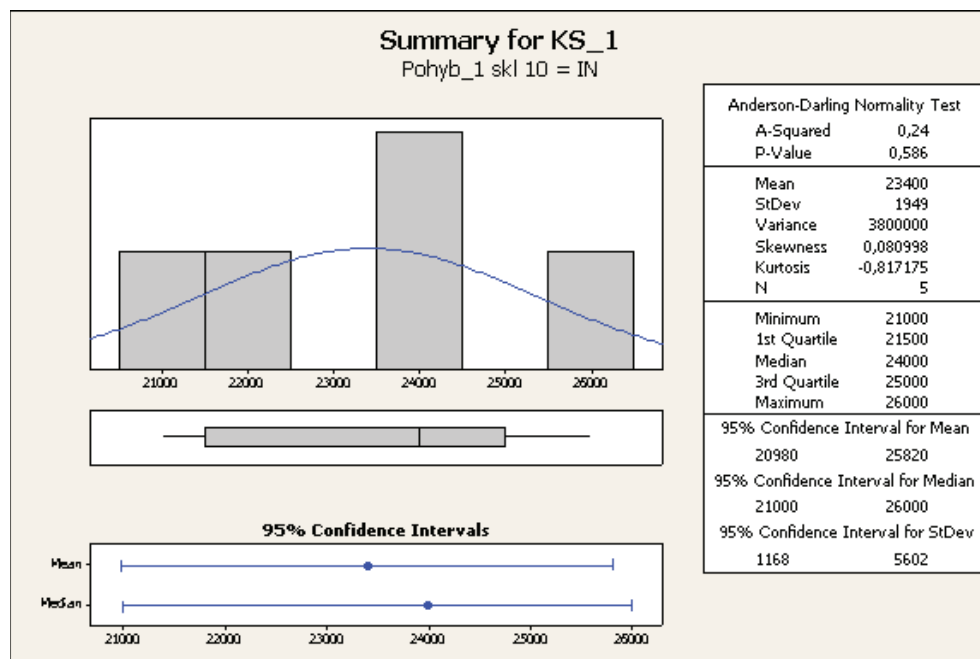
Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 69 – Krabicový graf
Zdroj: Systém MINITAB

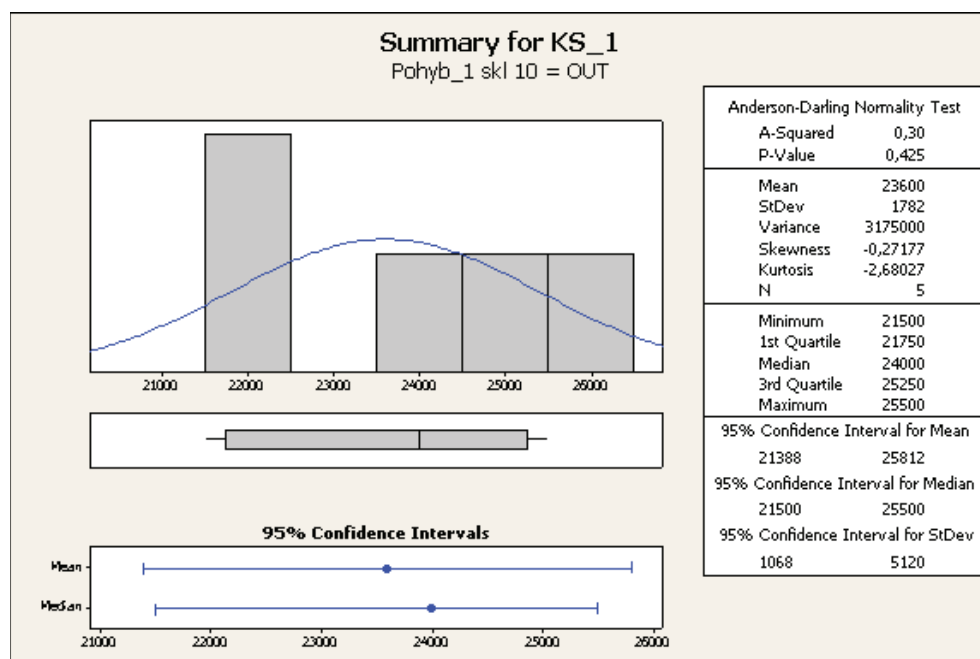
Podle zprávy dvoufaktorové anovy, kde je posuzována P–hodnota, pro kterou platí, je–li $P\text{–hodnota} > 0,05$ ($P\text{–value} = 0,335$ Sklad a $P\text{–value} = 0,847$ Pohyb), pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že není dost důkazů k zamítnutí nulové hypotézy. V tomto případě nelze zamítnout tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

Test normality jednotlivých výběrů (viz Obr. 70, Obr. 71, Obr. 72 a Obr. 73) byl proveden pro uvedená data, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.



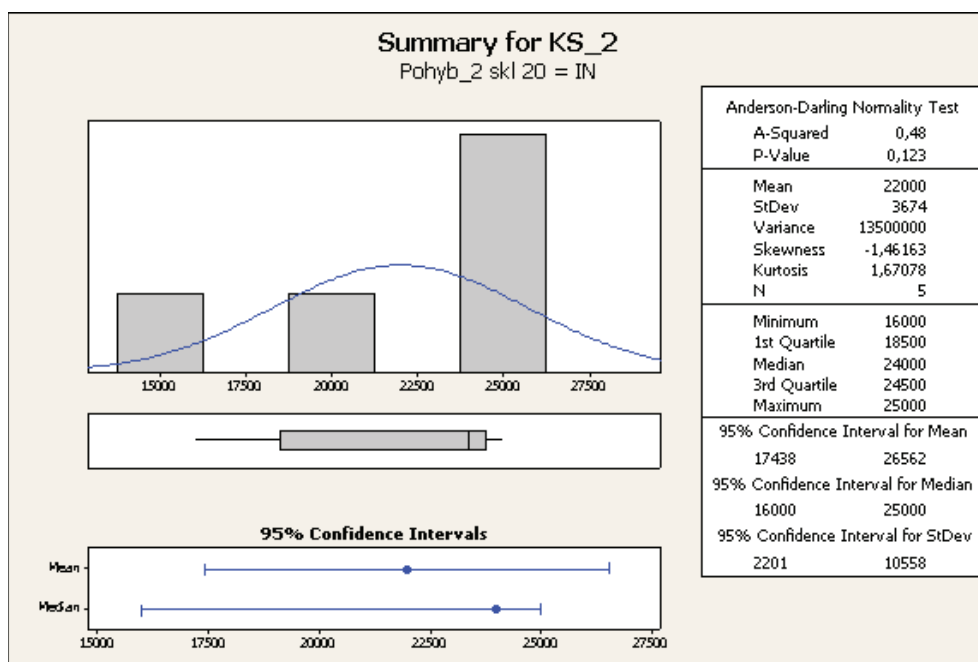
Obr. 70 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb IN

Zdroj: Systém MINITAB



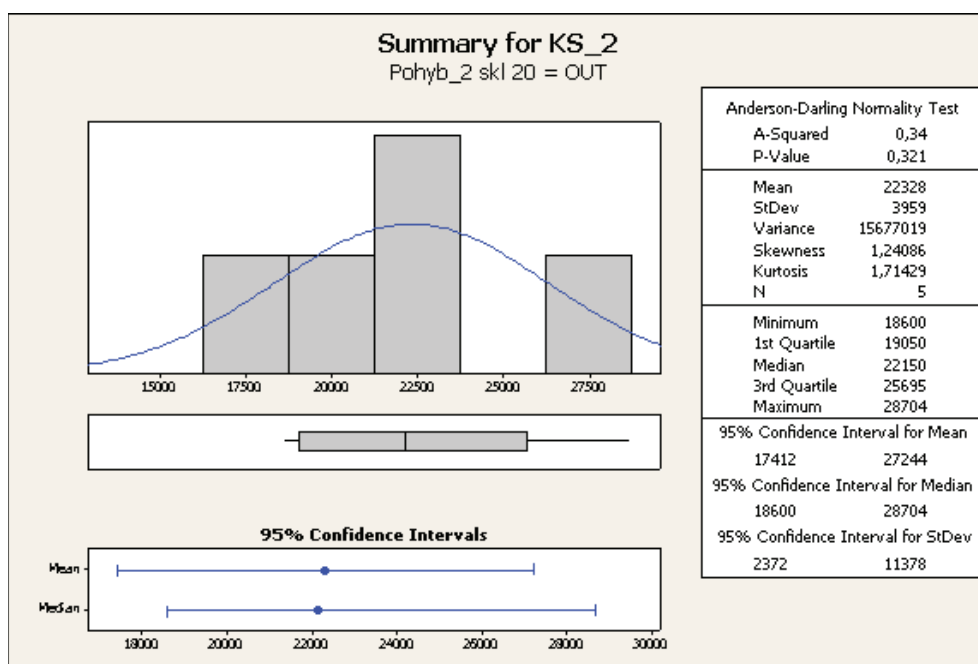
Obr. 71 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb OUT

Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 72 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb IN

Zdroj: Systém MINITAB

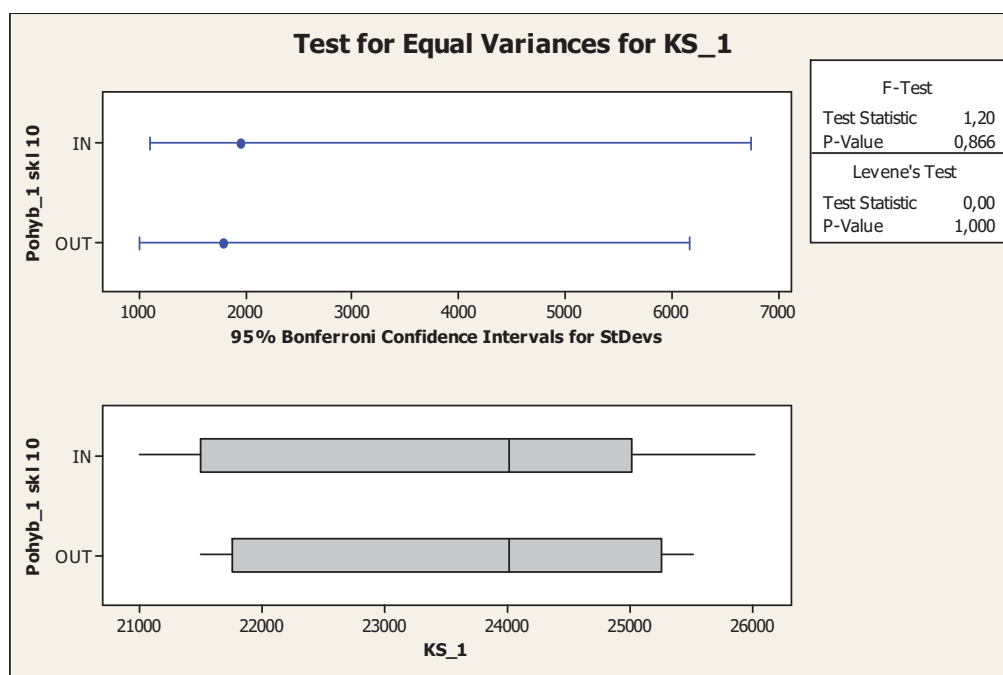


Obr. 73 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb OUT

Zdroj: Systém MINITAB

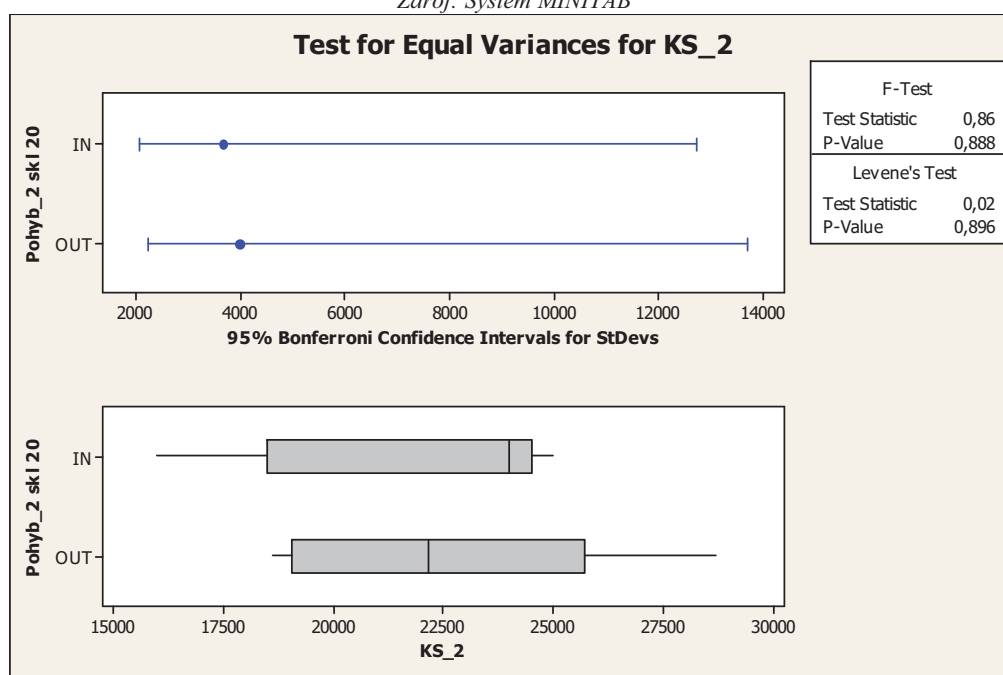
Data všech sledovaných pohybů mají P-value >0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají normální rozdělení.

Test rozptylu dat (viz Obr. 74 a Obr. 75) byl proveden pro uvedená data, aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.



Obr. 74 –Test rozptylu pro pohyb IN a OUT ve skladu 0010

Zdroj: Systém MINITAB



Obr. 75 – Test rozptylu pro pohyb IN a OUT ve skladu 0020

Zdroj: Systém MINITAB

Rozptyly všech sledovaných skladů 0010 a 0020 a pohybů „in“ a „out“ mají P–value větší než hodnota 0,05, proto nebyl dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl.

Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro vyhodnocení pohybu materiálu.

Výsledné zprávy 1 faktorové anovy pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 jsou znázorněny na Obr. 76

One-way ANOVA: KS_1 versus Pohyb_1 skl 10

Source	DF	SS	MS	F	P
Pohyb_1 skl 10	1	100000	100000	0,03	0,870
Error	8	27900000	3487500		
Total	9	28000000			

S = 1867 R-Sq = 0,36% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
IN	5	23400	1949	(-----*-----)
OUT	5	23600	1782	(-----*-----)

21600 22800 24000 25200

Pooled StDev = 1867

One-way ANOVA: KS_2 versus Pohyb_2 skl 20

Source	DF	SS	MS	F	P
Pohyb_2 skl 20	1	268632	268632	0,02	0,895
Error	8	116708077	14588510		
Total	9	116976709			

S = 3819 R-Sq = 0,23% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
IN	5	22000	3674	(-----*-----)
OUT	5	22328	3959	(-----*-----)

20000 22500 25000 27500

Pooled StDev = 3819

Obr. 76 – Výsledné zprávy jednofaktorové anovy pro sklady 0010 a 0020
Zdroj: Systém MINITAB

Podle zprávy jednofaktorové anovy, kde bylo posuzována P–hodnota, pro kterou platí, je–li P–hodnota $> 0,05$, pak nelze zamítnout nulovou hypotézu H_0 . V našem případě u skladu 0010 je P–hodnota = 0,870 , pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nebude zamítnuta nulová hypotézu. V tomto případě nebude tedy zamítnuto tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.

I v případě skladu 0020, kde je posuzována P–hodnotu, pro kterou platí: je–li P–hodnota $> 0,05$, v tomto případě P–hodnota = 0,895, pak není dostatek důkazů aby bylo zamítnuto tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nebude zamítnuta nulová hypotéza, tedy tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu. Všechny ostatní materiály , tj. 10810759 , 10810760 a 10864993 byly vyhodnoceny stejným způsobem s obdobnými výsledky. Tyto vyhodnocení jsou v Příloze 4 diplomové práce.

6.5.6 Závěry fáze kontroly – analýzy procesů po fázi zlepšení

Ve fázi Analýzy byly určeny čtyři materiály 10810758, 10810759, 10810760 a 10864993, u kterých byly pozorovány a statistickým testováním hypotéz potvrzeny odchylky v množstvích kusů jednotlivých kabelových ok mezi vstupy a výstupy u skladu výroby 0020. Bylo určeno, že zde dochází ke ztrátám materiálu. Ve fázi zlepšení byla přijata ve výrobě nápravná opatření, která měla zamezit úniku materiálu.

Dalším postupem ve fázi kontroly byla analýza těchto čtyř materiálů po fázi zlepšení, kdy opět pomocí statistické metody dvoufaktorová a jednofaktorová anova bylo zjišťováno chování toku těchto materiálů. Cílem bylo určit, zda v místech procesu již nedochází ke ztrátám materiálu. Pomocí dvoufaktorové anovy u všech materiálů při výstupu ze skladu výroby 0020 již nebylo potvrzeno matematicky pomocí P hodnoty, abychom mohli zamítnout H_0 , nulovou hypotézu, potvrzující předpoklad, že při výstupu ze skladu 0020 dochází k úbytku materiálu. Dále bylo dále pokračováno detailněji pomocí jednofaktorové anovy pro jednotlivé sklady a vstupy a výstupy materiálu. Tato metoda též nepotvrdila zamítnutí H_0 , nulové hypotézy, pomocí P hodnoty $< 0,05$ u skladu 0020. U skladu 0010 H_0 zamítnuta též nebyla. Tento závěr ukazoval na fakt, že ke ztrátám materiálů již nedochází ani v oblasti skladu výroby 0020.

6.5.7 Úspory vyčíslené po zlepšení procesu při montáži kabelových ok

Po přijetí nápravných opatření, kdy došlo ke snížení ztrátovosti a odpadovosti materiálu kabelových ok, byla vyčíslena úspora, které se dosáhlo pomocí této aktivity.

Vycházelo se ze stavu před zlepšením, kdy se regresní metodou určil vývoj materiálu mezi jeho spotřebou a nákupem, tj. vstupem do skladu 0010 jako vstupní proměnnou a výstupem ze skladu 0020 jako výstupní proměnnou.

Byl proveden převod dat ze systému SAP do programu Excel a vytvořena kontingenční tabulka pro obě období, tj před nápravnými opatřeními v období únor až červen a po nápravných opatřeních v období srpen až prosinec (viz Tab. 14).

Tab. 14 – Obraty materiálů v Kč

Před nápr opatřeními		Sklad		Po nápr opatřeních		Sklad	
Materiál	Měsíc	0010	0020	Materiál	Měsíc	0010	0020
		Hodnota přírůstku zásob	Hodnota úbytku zásob			Hodnota přírůstku zásob	Hodnota úbytku zásob
10810758	únor 09	122 152	123 001	10810758	srpen 09	77 038	74 215
	březen 09	141 236	104 677		září 09	128 396	92 137
	duben 09	141 236	136 957		říjen 09	77 038	72 818
	květen 09	205 434	145 620		listopad 09	51 358	45 246
	červen 09	179 754	116 313		prosinec 09	12 840	32 475
10810759	únor 09	93 520	81 424	10810759	srpen 09	53 440	52 362
	březen 09	133 600	72 093		září 09	146 960	103 480
	duben 09	146 960	92 155		říjen 09	80 160	79 562
	květen 09	213 760	72 786		listopad 09	80 160	70 387
	červen 09	187 040	126 766		prosinec 09	40 080	21 465
10810760	únor 09	69 084	59 141	10810760	srpen 09	13 817	12 569
	březen 09	96 718	46 934		září 09	13 817	16 588
	duben 09	110 534	63 773		říjen 09	13 817	12 347
	květen 09	110 534	47 662		listopad 09	13 817	11 251
	červen 09	55 267	5 952		prosinec 09	21 564	20 542
10864993	únor 09	48 427	28 887	10864993	srpen 09	12 107	15 526
	březen 09	48 427	24 986		září 09	24 214	11 468
	duben 09	48 427	33 873		říjen 09	25 156	22 964
	květen 09	48 427	17 011		listopad 09	12 107	11 618
	červen 09	48 427	17 211		prosinec 09	25 896	23 541
Celkový součet		2248965	1417223	Celkový součet		923780	802560

Zdroj: Vlastní zpracování v aplikaci Excel

S použitím dat z Tab. 14 byla provedena regresní metoda, pomocí které byly určeny úspory. Celý výpočet byl proveden v aplikaci Excel a je zobrazen v Tab. 15

Tab. 15 – Regresní analýza

SUMMARY OUTPUT						
Regression Statistics						
Multiple R	0,822458795					
R Square	0,67643847					
Adjusted R Squ	0,658462829					
Standard Error	25475,73822					
Observations	20					
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	1	24422913884	24422913884	37,63084088	8,56825E-06	
Residual	18	11682238282	649013237,9			
Total	19	36105152166				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-1701,6	13129,04	-0,13	0,0456	-29284,63947	25881,52583
in 10 Kč před	0,65	0,11	6,13	0,0000	0,424295155	0,866301511
Sestavení regresní rovnice z výstupní zprávy						
Y (out 20 před) = 0,65 * X (in 10 před) - 1701,6						
očekávané X podle regr rovnice před zlepšením ÚSPORY = X oček - X reálné po zlepšení						
116710			39673			
144483			16087			
114546			37508			
71817			20459			
52028			39188			
82845			29405			
162062			15102			
124996			44836			
110778			30618			
34965			5115			
21179			7363			
27408			13591			
20835			7019			
19137			5320			
33534			11970			
25761			13654			
19472			4741			
37288			12132			
19706			7599			
38182			12286			
Úspora za materiál za 4 měsíce		353 955 Kč				
Očekávaná úspora za rok		1 061 866 Kč				

Zdroj: Vlastní zpracování v aplikaci Excel

Po implementaci nápravných opatření došlo k úspoře materiálu, kabelových ok, ve výši cca 354.000,– Kč za 4 měsíce. Při předpokládané stejné úrovni výroby by tato úspora činila přibližně 1.060.000,– Kč za rok.

7. Závěr

Uplatnění statistických metod v kontrolingu je široká oblast a výhodou je, že jejich použití ani nezáleží na konkrétním typu společnosti, ve které jsou používány. V průmyslu existuje celá řada metodologií pro zlepšování procesů, jejich měření a kontrole založených na statistických metodách, jako jsou Shainin, Six Sigma, Lean a jiné. Vznikla celá řada publikací, které se popisem těchto teorií zabývají a i v České republice jsou pořádány četná školení na toto téma. Tato práce by měla ukázat některé základní statistické nástroje využitě v kontrolingu jak z hlediska teoretického, tak praktického.

V teoretické části byl stručně popsán kontroling, jeho základní definice a vztah k aktivitám, které byly předmětem této diplomové práce.

Statistické metody byly v teorii vyjádřeny z hlediska jejich funkce, nebyly zde uvedeny matematické vzorce a výpočty, protože na všechna vyhodnocení byl použit software Minitab nebo Microsoft Excel.

Firma Delphi Packard Electric Česká republika, s. r. o., v níž je systém SAP instalován již déle než třináct let a uživatelé s ním již mají většinou velké zkušenosti, byla popsána z hlediska své historie, vlivu na okolní region a její mezinárodní a vnitřní prostředí. I tato firma, jako dnes mnoho ostatních, měla svou nedávnou „pohnutou“ ekonomickou historii, avšak nyní pokračuje dále ve své činnosti pod novými vlastníky, kteří jsou uvedeni v práci podle výpisu obchodního rejstříku.

Materiálové toky podnikem jsou v teoretické části popsány funkcí kanban systému. Největším důvodem a vztahem tohoto systému k této práci je fakt, že tento systém je hlavním předpokladem pro statistické vyšetřování materiálových toků z hlediska jejich stabilnosti, rovnoměrnosti a konstantnosti a předpokladu těsné korelace s úrovní finální výroby.

Praktická část se pak konkrétně zabývala základními kontrolingovými postupy čerpajícími z podnikového informačního systému SAP, který je celopodnikovou databází řídící téměř všechny procesy firmy. Dále byly využity aplikační software Microsoft Excel a statistický software Minitab. Též s aplikací Excel mají všichni pracovníci kontrolingu velké zkušenosti a znalosti. O statistickém softwaru Minitab však toto říci nelze, i když jej firma svým zaměstnancům nabízí volně k užívání a je dostupný k instalaci z podnikového intranetu. Pro tento statistický software byla též uskutečněna řada školení, jak tento

program používat, ale v denní práci zatím příliš využití podle mých zkušeností nenachází. I tato skutečnost byla jedním z důvodů, proč jsem se rozhodl zkoumat problematiku materiálových toků pomocí Minitabu, i když mnoho statistických nástrojů by bylo možno nalézt též v programu Microsoft Excel, v jeho doplňcích (taktéž v práci bylo pro názornost využito).

Seznam použité literatury

Citace

SIXTA, J. a MAČÁT, V. Logistika teorie a praxe. 1. vyd. Brno: CP Books,a.s., 2005. 315 s. ISBN 80–251–0573–3.

Bibliografie

KIEMELE, M.J., SCHMIDT, S.R. and BERDINE R.J. Basic statistics Tools for continuous improvement. 4th ed., Colorado Springs: Air Academy Press,LLC, 1997. 779 pgs. ISBN 1–880156–06–7.

SCHMIDT, S.R. and LAUNSBY, R.G. Understanding Industrial designed experiments. 4th ed., Colorado Springs: Air Academy Press,LLC, 1994. 666 pgs. ISBN 1–880156–03–2.

SIXTA, J. a MAČÁT, V. Logistika teorie a praxe. 1. vyd. Brno: CP Books,a.s., 2005. 315 s. ISBN 80–251–0573–3.

KOVANICOVA, D. Abeceda účetních znalostí pro každého. 16. aktualizované vyd. Praha: Bova Polygon, 2006. 403 s. ISBN 80–7273–130–0.

HORÁLEK, V. Principy statistických přejímek. Publikace č.2, Praha: Česká společnost pro jakost, o. s., 1991. 16s.

KRÁL, B., aj. Manažerské účetnictví. 2., rozšířené vyd. Praha: Management Press, 2006. 623 s. ISBN 80–7261–141–0.

DUPAČ, V. , HÁJEK, J. Pravděpodobnost ve vědě a technice. 1. vydání, Praha: ČSAV, 1962. 144 s.

Delphi Corporation Internal policies

Seznam příloh

Příloha 1 – Problem solving tool

Příloha 2 – SIPOC

Příloha 3 – Vyhodnocení materiálů 10810759 a 10810760 ve fázi analýzy

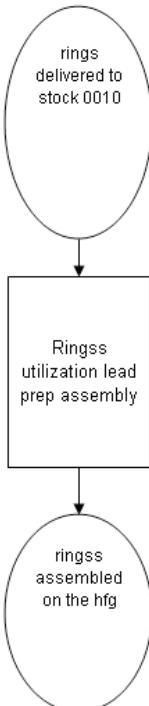
Příloha 4 – Vyhodnocení materiálů 10810759, 10810760 a 10864993 ve fázi kontroly

Příloha 1 – Problem solving tool

DELPHI		I&CIM Project Contract Sheet		<input checked="" type="checkbox"/> Six Sigma (27) <input type="checkbox"/> Shainin																
Date (1)	01-VII-08	Project Champion (5)		Zdenek Blazek																
Project Title (2)	Copper parts utilization - cable rings 17687	Project Team Leader (6)		Spetlikova Petra																
Project Details (3)	Some of Cu high content parts were several times stolen (somehow disappeared/ nobody caught) in 0020 WIP stock that nearly no supply was left and the production was nearly stopped. These materials are stored in racks sections what's not locked or somehow better protected area. All operators having free access. Materials procured on kanban, without any special protection as other not so high valued components. Cable rings and other parts supplied to production, better control over the material storage and potential theft.	Project Sponsor (7)		Hlincik David																
		Team Members (8)		Vesela Lenka; Divisova, Larisa; Blumtrittova, Michaela; Vojtech Vonsovsky;																
Business Case Addressed (4)																				
Improve the rings utilization, prevent loss or damage of this high cost components																				
Projected Savings (9)		€ 40 000,00 (in €)		Project Charter (10)																
Key Deliverables (11)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stage</th> <th>Define</th> <th>Measure</th> <th>Analyze</th> <th>Improve</th> <th>Control</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Date</td> <td>11.VII.08</td> <td>31.VII.08</td> <td>20.VIII.08</td> <td>9.IX.08</td> <td>29.X.08</td> </tr> </tbody> </table>				Stage	Define	Measure	Analyze	Improve	Control	Date	11.VII.08	31.VII.08	20.VIII.08	9.IX.08	29.X.08			
Stage	Define	Measure	Analyze	Improve	Control															
Date	11.VII.08	31.VII.08	20.VIII.08	9.IX.08	29.X.08															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Title (12)</th> <th>Start Level(13)</th> <th>Target Level(14)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Utilization</td> <td></td> <td>\$40000</td> </tr> <tr> <td>2 Material receipt PC</td> <td>5341650</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 Material receipt EUR</td> <td>359444</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Title (12)	Start Level(13)	Target Level(14)	1 Utilization		\$40000	2 Material receipt PC	5341650		3 Material receipt EUR	359444		4						
Title (12)	Start Level(13)	Target Level(14)																		
1 Utilization		\$40000																		
2 Material receipt PC	5341650																			
3 Material receipt EUR	359444																			
4																				
Critical Milestones (15)		To complete the project till Nov 2008																		
Customer/ Suppliers Who must be involved (16)		Logistics, Production																		
"Must Dos in terms of the Project Scope (17)		Mapping of the usage of current supplies																		
Things Definitely Not in the Project Scope (18)		Change of the supplier																		
How the Project will be Measured (19)		Savings of materials																		
How the Team will be Measured (20)		Participation on the project, regular meetings																		
Zdenek Blazek	Luis Relvas	Hlincik David/ Jan Tregl	Spetlikova Petra	Vesela Lenka; Divisova, Larisa; Blumtrittova, Michaela; Vojtech Vonsovsky;	Kovala Jiri															
Executive Champion(21)	Deployment Champion(22)	Sponsor (23)	Coach (24)	Black Belt/ Green Belt (25) Shainin Apprentice/Journeyman	Finance (26)															

Note: The project can be started only after the contract sheet has been signed and the projected saving are approved by the finance manager/ CFO

Příloha 2 – SIPOC

SIPOC						
Process Name: Copper parts utilization - cable rings 17687						
Process Owner: Hlincik David						
Suppliers (Providers of the required resources)	Inputs (Resources required by the process)	Process (Top level description of the activity)		Outputs (Deliverables from the process)	Customers (Stakeholders who place the requirements on the outputs)	
TYCO	rings on the stock	Requirements		rings on the harness	Requirements	
					Function Quality	next operation
logistic dept transporter operators dolly operators	stock 0010 log stock 0020 prod	secured material accurate supply		rings lost	exterminate	Delphi

Příloha 3 – Vyhodnocení materiálů 10810759 a 10810760 před nápravnými opatřeními ve fázi analýzy.

Materiál 10810759

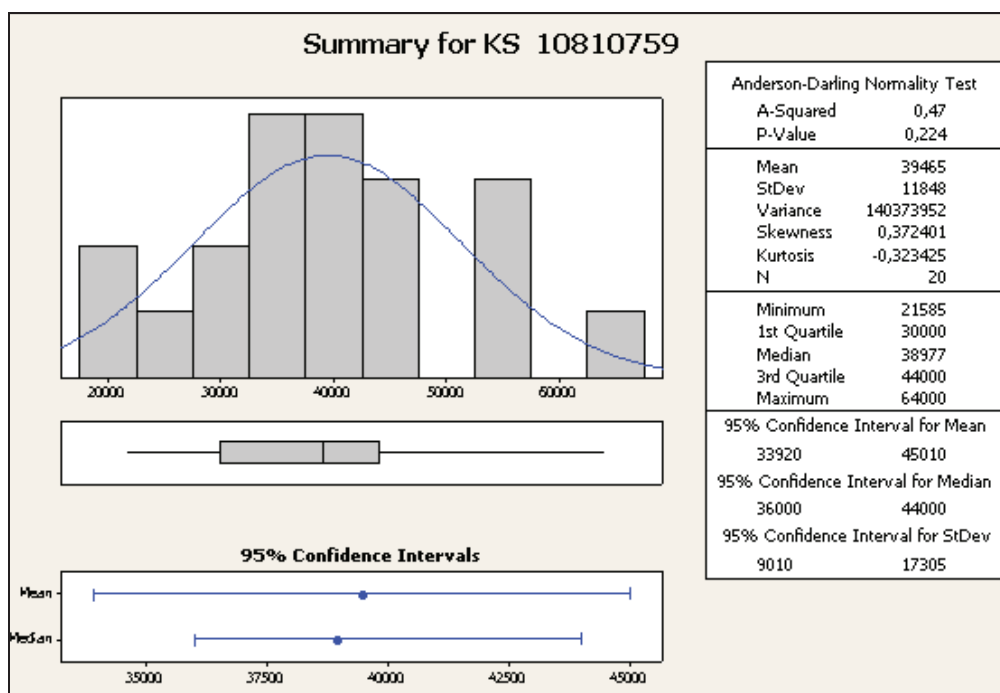
Pro materiál 10810759 byla opět data vložena do MINITABU (viz a vyhodnocena

	C1	C2	C3.T	C4	C5.T	C6	C7	C8.T	C9	C10	C11	C12	C13.T	C14	C15	C16	C17	C18
	MATERIAL	Skld	Pohyb	KS	subscript	MATERIAL_1	Skld_1	Pohyb_1	KS_1		MATERIAL_2	Skld_2	Pohyb_2	KS_2				
1	10810759	10 IN		28330	10e	10810759	10 IN		28000		10810759	20 IN		36000				
2	10810759	10 IN		40300	10e	10810759	10 IN		40000		10810759	20 IN		36000				
3	10810759	10 IN		44000	10e	10810759	10 IN		44000		10810759	20 IN		44000				
4	10810759	10 IN		64000	10e	10810759	10 IN		64000		10810759	20 IN		64000				
5	10810759	10 IN		66000	10e	10810759	10 IN		66000		10810759	20 IN		40000				
6	10810759	10 OUT		36000	10out	10810759	10 OUT		36000		10810759	20 OUT		24379				
7	10810759	10 OUT		36000	10out	10810759	10 OUT		36000		10810759	20 OUT		21585				
8	10810759	10 OUT		44000	10out	10810759	10 OUT		44000		10810759	20 OUT		29591				
9	10810759	10 OUT		66000	10out	10810759	10 OUT		66000		10810759	20 OUT		21792				
10	10810759	10 OUT		60000	10out	10810759	10 OUT		40000		10810759	20 OUT		37964				
11	10810759	20 IN		36000	20e													
12	10810759	20 IN		36000	20e													
13	10810759	20 IN		44000	20e													
14	10810759	20 IN		66000	20e													
15	10810759	20 IN		60000	20e													
16	10810759	20 OUT		24379	20out													
17	10810759	20 OUT		21585	20out													
18	10810759	20 OUT		29591	20out													
19	10810759	20 OUT		21792	20out													
20	10810759	20 OUT		37964	20out													
21																		
22																		

Obr. 1 - Data pro materiál 10810759

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

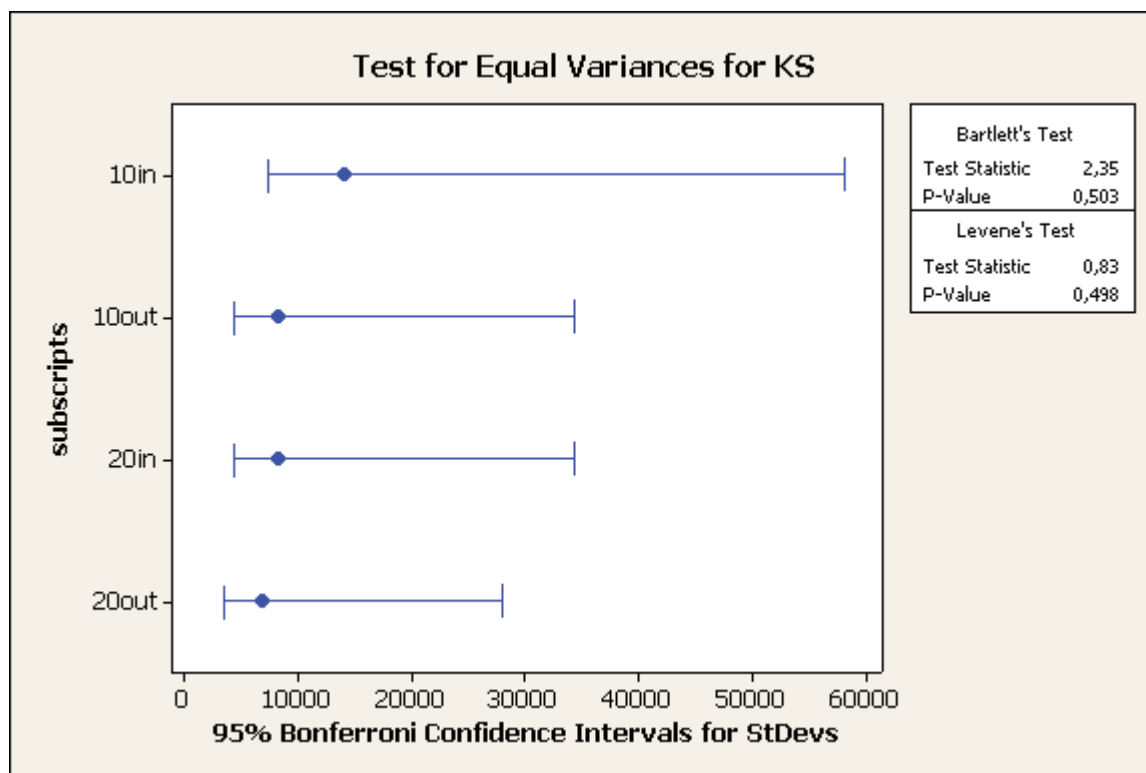
Test normality dat byl proveden pro uvedená data (viz Obr. 2), aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.



Obr. 2 - Test normality dat pohybů materiálu 10810759

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10810759 bylo vyhodnoceno P-value 0,224. Protože je P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 . Podmínka pro použití Anovy je tak splněna, protože data nepocházejí z normálního rozdělení. Dále jako v předchozích případech je nutné provést test rozptylu dat pro uvedená data (viz Obr. 3), aby se opět prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.



Obr. 3 - Test rozptylu dat pro materiál 10810759
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Test for Equal Variances: KS versus subscripts				
95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations				
subscripts	N	Lower	StDev	Upper
10in	5	7405,82	14028,5	58201,0
10out	5	4378,80	8294,6	34412,2
20in	5	4378,80	8294,6	34412,2
20out	5	3571,48	6765,3	28067,6
Bartlett's Test (normal distribution)				
Test statistic = 2,35; p-value = 0,503				
Levene's Test (any continuous distribution)				
Test statistic = 0,83; p-value = 0,498				

Obr. 4 - Výsledná zpráva testu rozptylu dat pro materiál 10810759
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10810759, bylo vyhodnoceno P-value, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 (tvrzení, že rozptyly dat se neliší) (viz Obr. 4). Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.

Dvoufaktorová Anova pro materiál 10810759

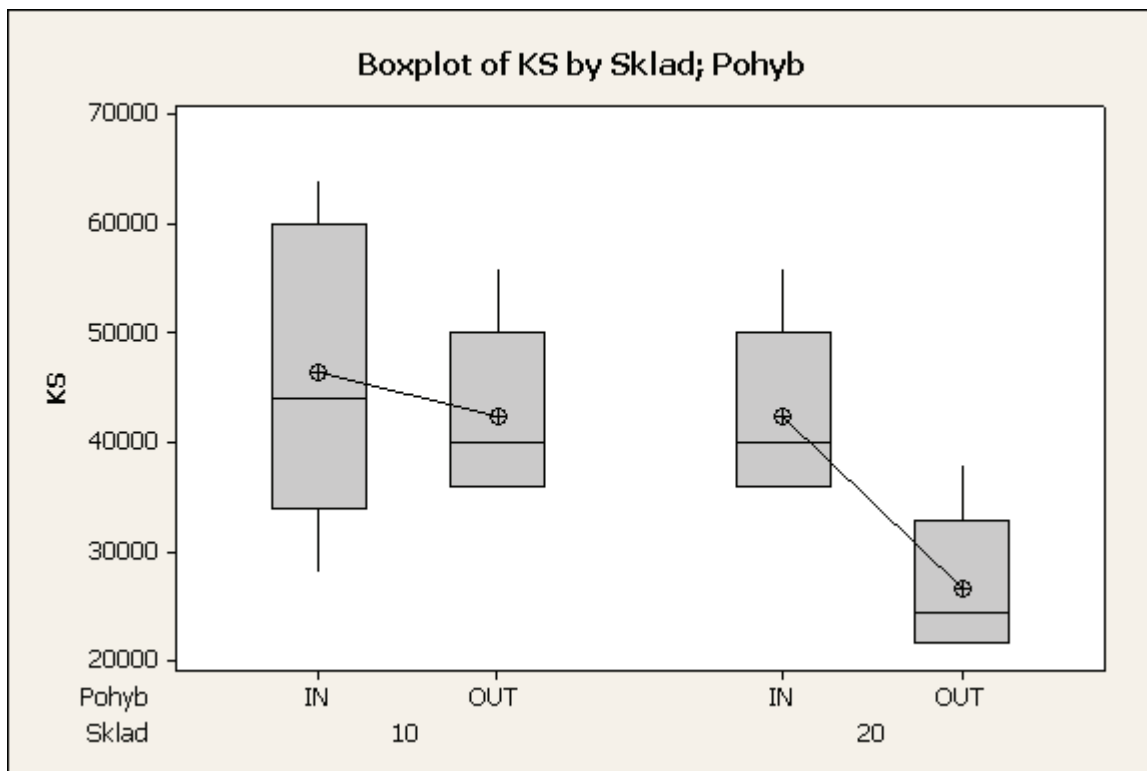
Pro materiál 10810759 je pak výsledná zpráva dvoufaktorové anovy a krabicový graf zobrazeny na Obr. 5 a Obr. 6

Two-way ANOVA: KS versus Sklad; Pohyb						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Sklad	1	487074630	487074630	5,12	0,038	
Pohyb	1	487074630	487074630	5,12	0,038	
Interaction	1	172278630	172278630	1,81	0,197	
Error	16	1520677207	95042325			
Total	19	2667105097				

S = 9749 R-sq = 42,98% R-sq(adj) = 32,29%

Obr. 5 - Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy pro materiál 10810759

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



Obr. 6 – Křabicový graf pro materiál 10810759

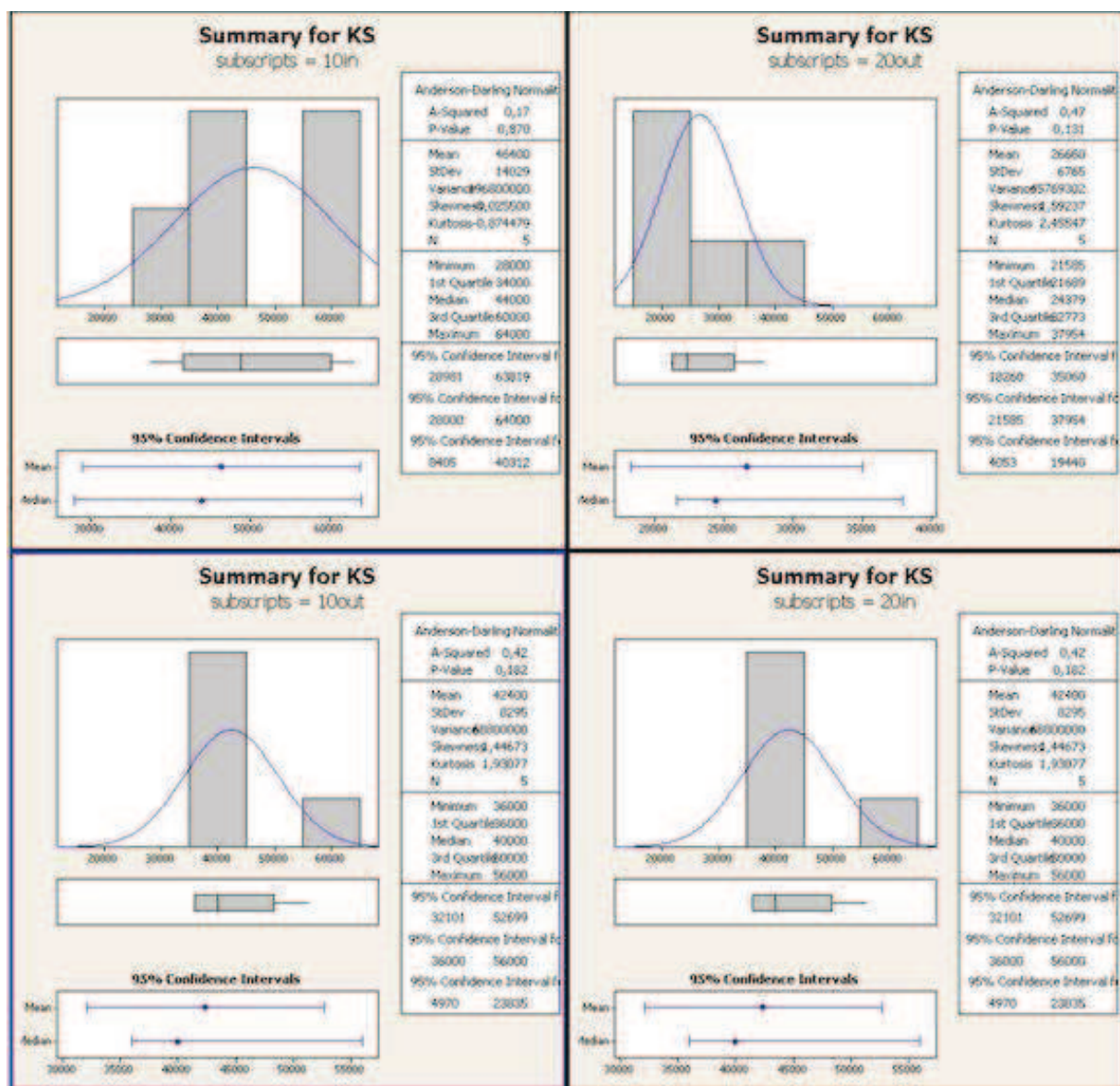
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle zprávy 2 faktorové anovy, kde je posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě v důsledku P value $< 0,05$ ($= 0,038$) bude zamítnuto H_0 tj. tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

I krabicový graf naznačuje, že ve skladu výroby 0020 pravděpodobně může dojít k nestejnému rozdělení, tj. k neshodnému průchodu materiálu, proto pro danou situaci dále bude provedeno testování hypotézy jednofaktorovou anovou pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 a tím bude porovnáno a potvrzeno, zda vstup i výstup materiálu do těchto skladů je shodný nebo kde je neshodný.

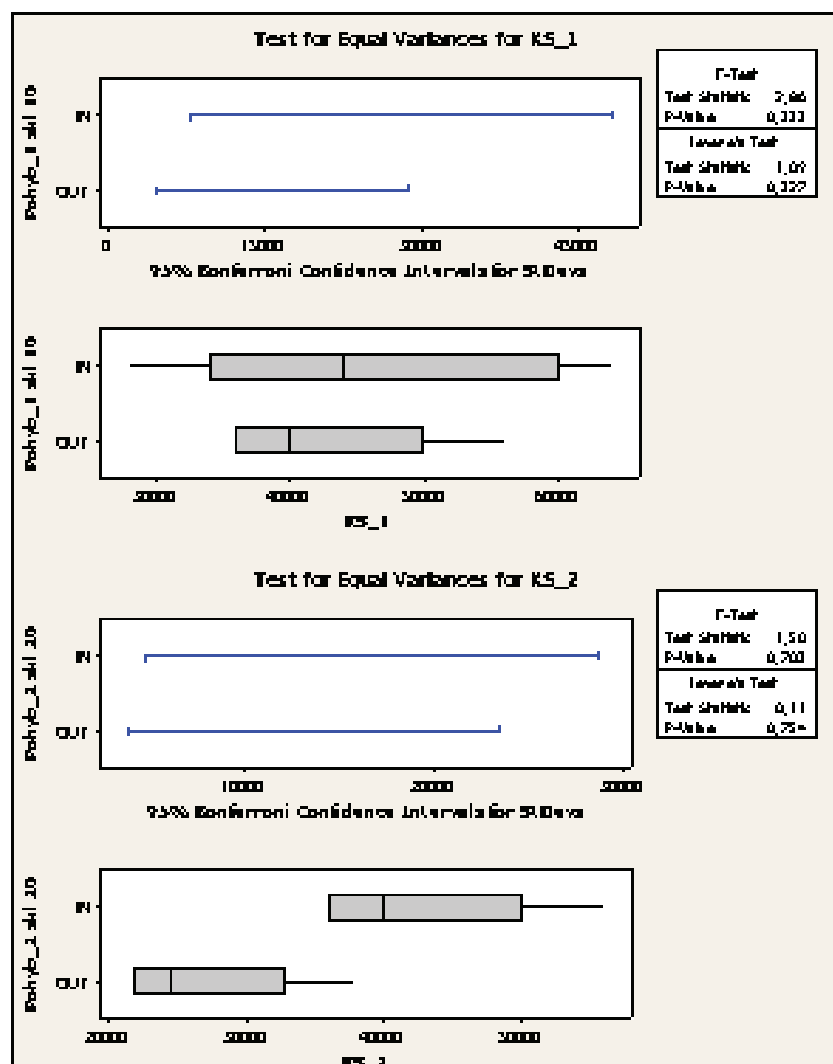
Jednofaktorová Anova pro materiál 10810759

Nejprve bylo opět nutné provést test normality jednotlivých výběrů (viz Obr. 7) a test rozptylu dat (viz Obr. 8)



Obr. 7 - Test normality jednotlivých výběrů
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Data všech sledovaných pohybů mají P-value >0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají normální rozdělení.



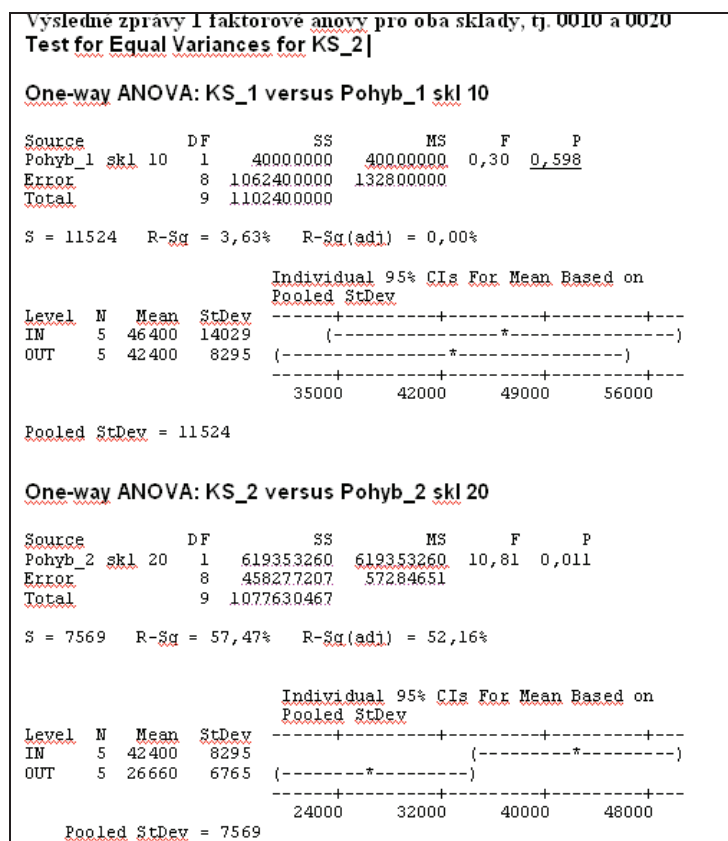
Obr. 8 - Test rozptylu dat pro materiál 10810759
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Test for Equal Variances: KS_1 versus Pohyb_1 skl 10						Test for Equal Variances: KS_2 versus Pohyb_2 skl 20					
95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations						95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations					
Pohyb_1	skl 10	N	Lower	StDev	Upper	Pohyb_2	skl 20	N	Lower	StDev	Upper
IN	5	7853,91	14028,5	48532,4		IN	5	4643,73	8294,58	28695,5	
OUT	5	4643,73	8294,6	28695,5		OUT	5	3787,57	6765,30	23404,9	
F-Test (normal distribution)						F-Test (normal distribution)					
Test statistic = 2,86; p-value = 0,333						Test statistic = 1,50; p-value = 0,703					
Levene's Test (any continuous distribution)						Levene's Test (any continuous distribution)					
Test statistic = 1,09; p-value = 0,327						Test statistic = 0,11; p-value = 0,754					

Obr. 9 - Výsledné zprávy testu rozptylu dat pro materiál 10810759 pro sklad 0010 (IN) a 0020 (OUT)
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Rozptyly všech sledovaných skladů 0010 a 0020 a pohybů „in“ a „out“ mají P-value >0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl.

Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro vyhodnocení pohybu materiálu v jednotlivých skladech viz Obr. 9



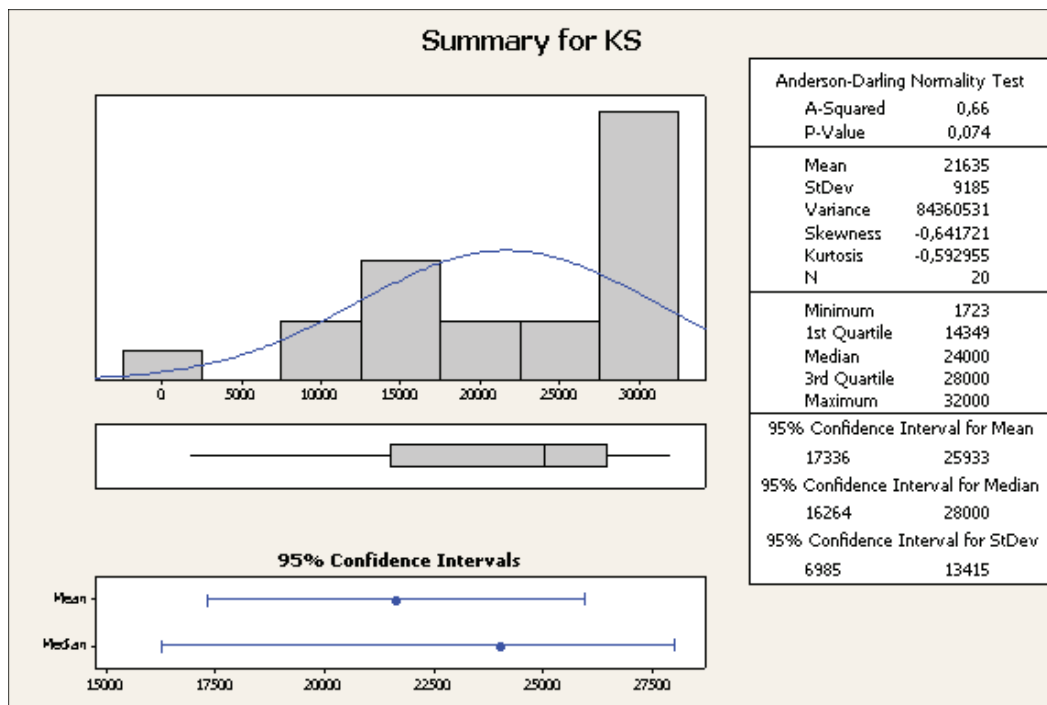
Obr. 10 - Výsledné zprávy jednofaktorové anovy pro sklady 0010 a 0020
 Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle zprávy 1 faktorové anovy, kde je posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nelze zamítnout nulovou hypotézu H_0 . V tomto případě u skladu 0010 je P-hodnota = 0,598, pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě nelze zamítnout, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu. Vizualně může být zobrazeno krabicovým grafem.

Avšak v případě skladu 0020 je P-hodnota = 0,011, tedy je menší než je přípustná hodnota pro nezamítnutí hypotézy. Je pak dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data pocházejí ze stejného rozdělení, tedy nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že je zamítnuta nulová hypotéza. V tomto případě lze zamítnout tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0020 dovnitř i ven ze skladu.

Materiál 10810760

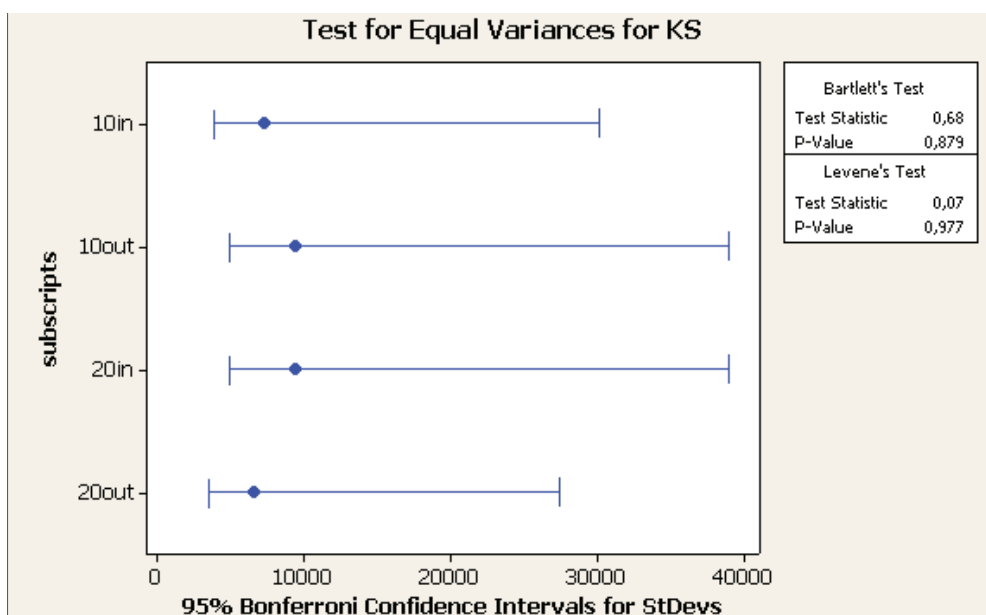
Pro data materiálu 10810760 byl proveden test normality dat (Obr. 11) a test rozptylu dat (Obr. 12)



Obr. 11 - Test normality dat pro materiál 10810760

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10810760 byla vyhodnocena P-value 0,074, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. tvrzení, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.



Obr. 12 - Test rozptylu dat pro materiál 10810760

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Test for Equal Variance: KS versus subscripts					
95% Bonferroni Individual intervals for standard deviations					
subscripts	N	Mean	StDev	Upper	Lower
10in	5	3835,99	7266,36	30146,4	
10out	5	4952,25	9380,83	38918,8	
20in	5	4952,25	9380,83	38918,8	
20out	5	3491,38	6613,57	27438,1	
Bartlett's Test (normal distribution)					
Test statistic = 0,68; p-value = 0,879					
Levene's Test (any continuous distribution)					
Test statistic = 0,07; p-value = 0,977					

Obr. 13 - Výsledná zpráva pro test rozptylu pro materiál 10810760

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10810760 (viz **Obr. 13**) bylo vyhodnoceno P-value, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nemáme dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že rozptyly dat se neliší. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.

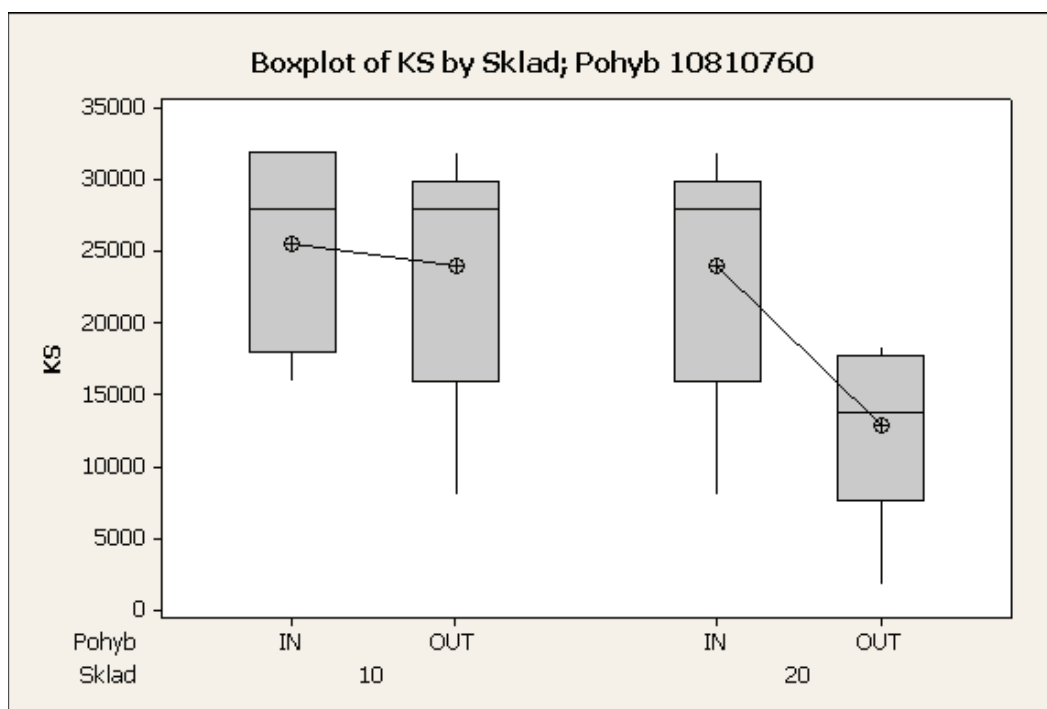
Dvoufaktorová Anova

Výsledná zpráva provedené dvoufaktorové Anovy pro materiál 10810760 a krabicový graf jsou uvedeny na Obr. 14 a Obr. 15.

Two-way ANOVA: KS versus Sklad; Pohyb						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Sklad	1	200395143	200395143	2,94	0,106	
Pohyb	1	200395143	200395143	2,94	0,106	
Interaction	1	111902343	111902343	1,64	0,218	
Error	16	1090157457	68134841			
Total	19	1602850087				
S = 8254 R-Sq = 31,99% R-Sq(adj) = 19,23%						

Obr. 14 - Výsledná zpráva dvoufaktorové Anovy pro materiál 10810760

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



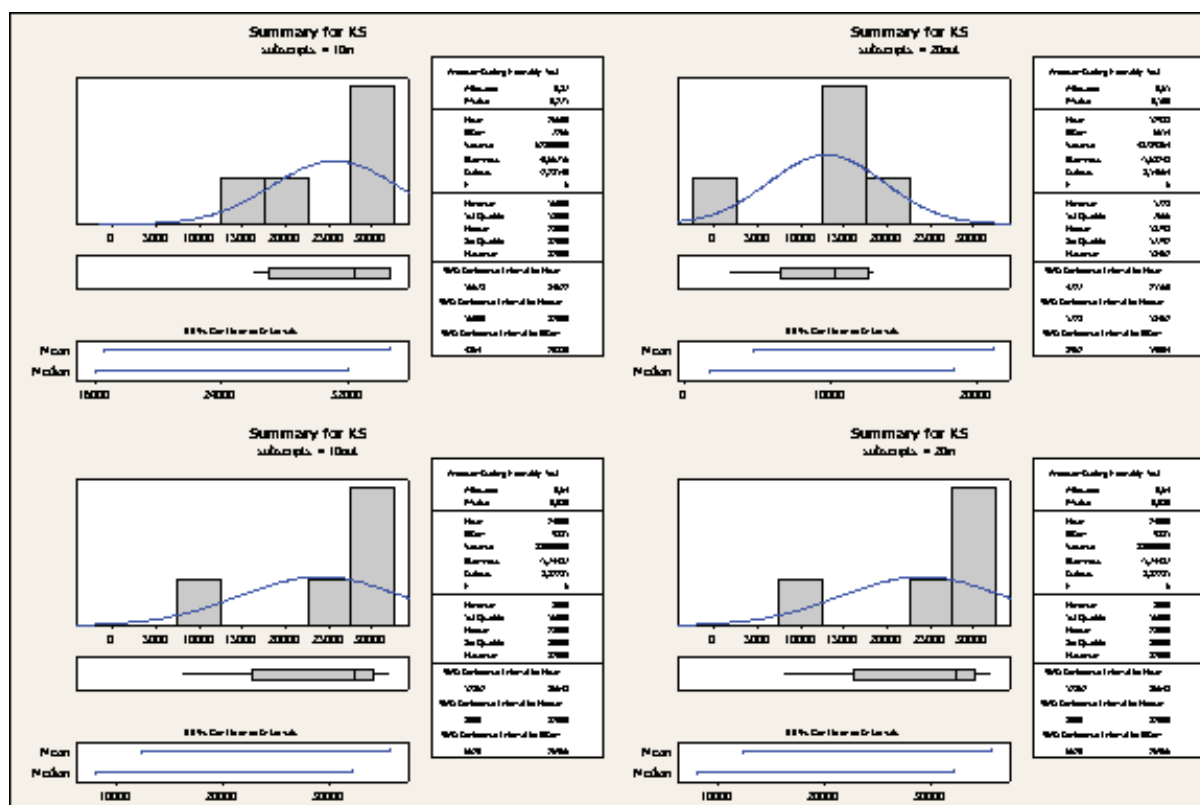
Obr. 15 - Krabicový graf pro materiál 10810760
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle zprávy 2 faktorové anovy je $P\text{-value} = 0,106$ a není tak dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě nezamítáme tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

Avšak krabicový graf naznačuje, že ve skladu výroby 0020 pravděpodobně může dojít k nesterátnému rozdělení, tj. k neshodnému průchodu materiálu, proto pro danou situaci dále bude provedeno testování hypotézy jednofaktorovou anovou pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 a porovnání a potvrzení, zda vstup i výstup materiálu do těchto skladů je shodný.

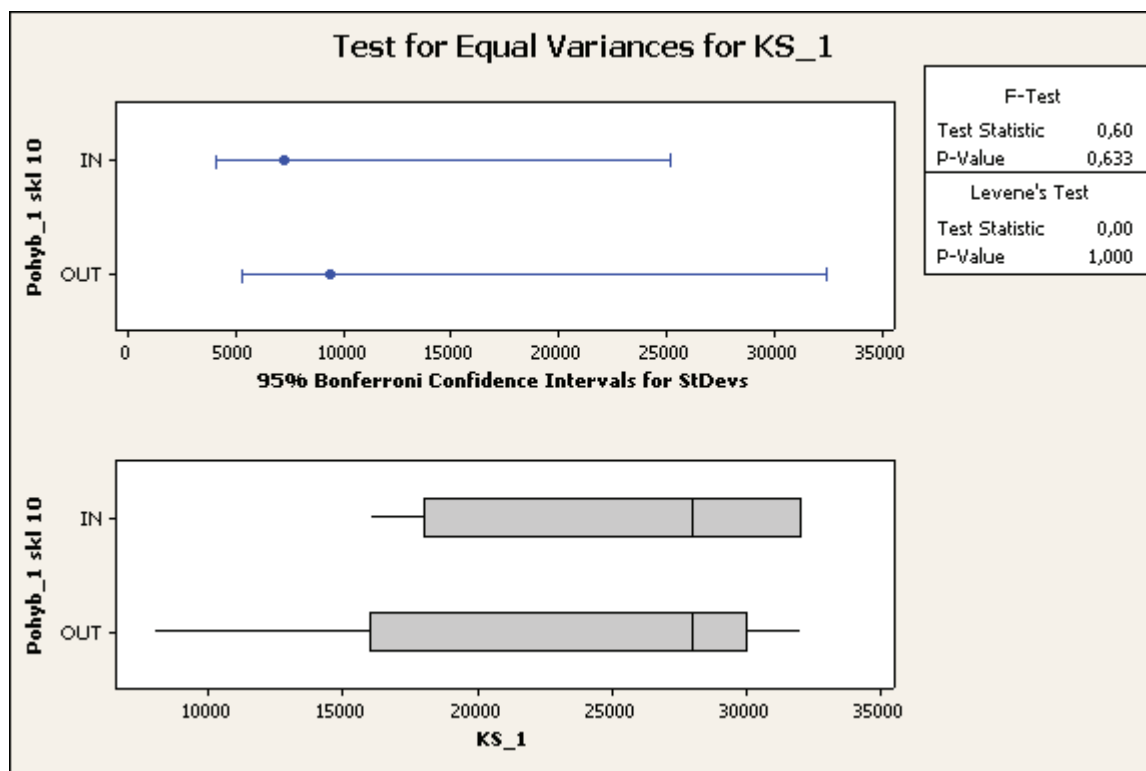
Jednofaktorová Anova

Test normality jednotlivých výběrů pro materiál 10810760 je uveden na Obr. 16 a test rozptylu pro oba sklady a pohyby IN a OUT na Obr. 17 a Obr. 18.

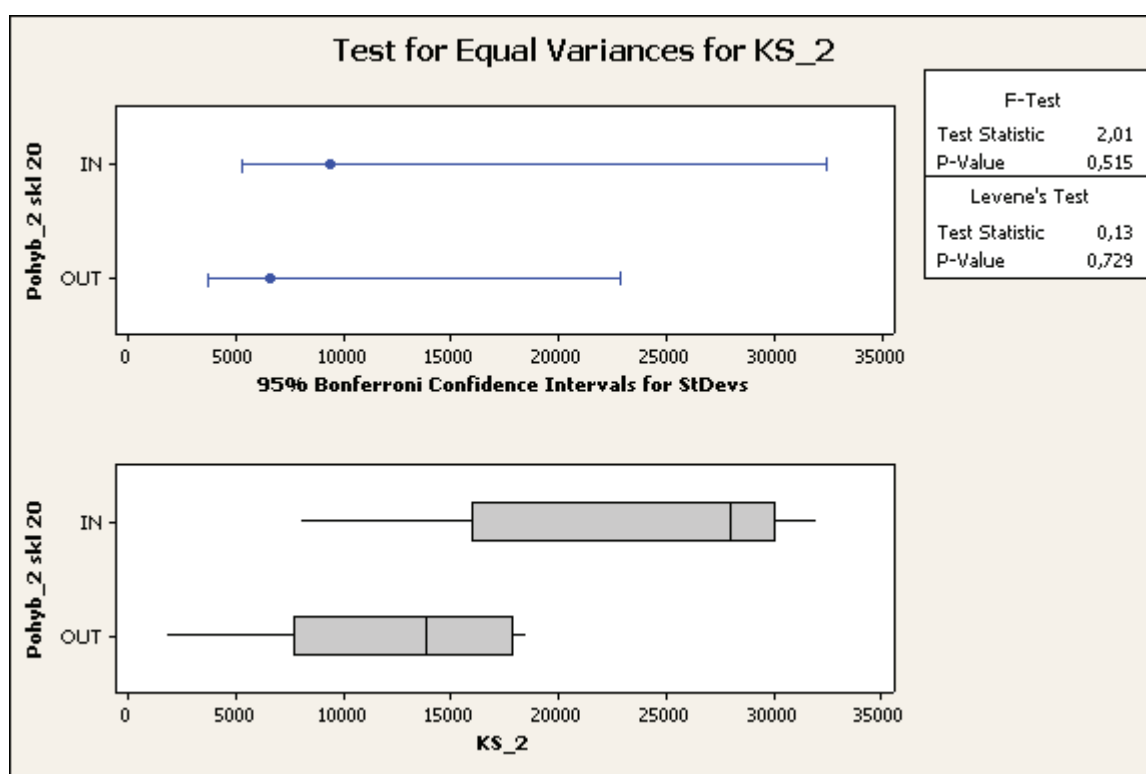


Obr. 16 - Test normality pro materiál 10810760
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Data všech sledovaných pohybů mají P-value >0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají normální rozdělení.

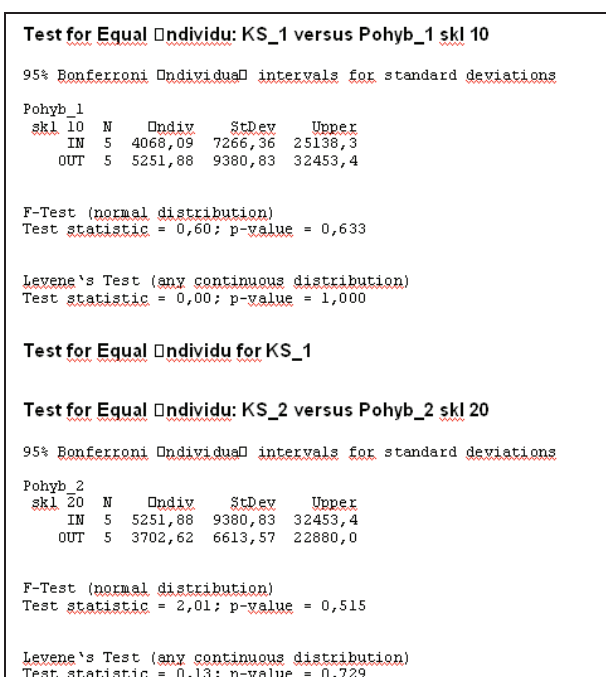


Obr. 17 - Test rozptylu pro sklad 0010 a pohyb IN



Obr. 18 - Test rozptylu pro sklad 0020 a pohyb OUT

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

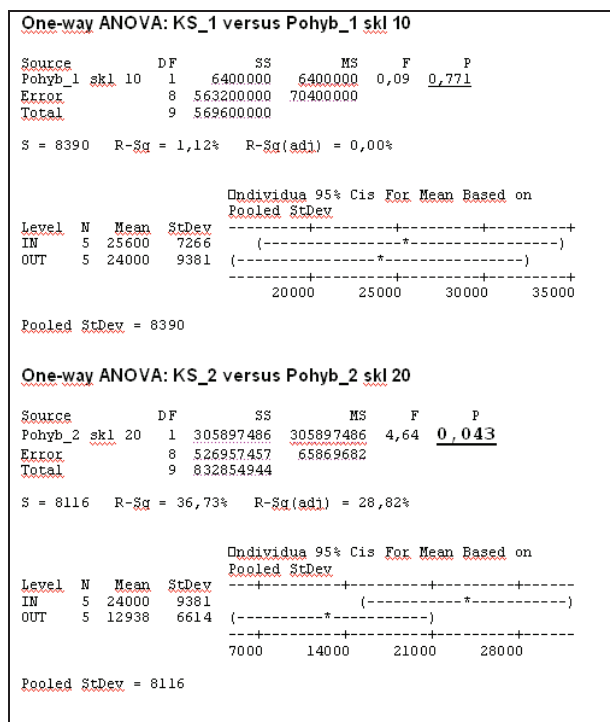


Obr. 19 - Výsledné zprávy pro materiál 10810760

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Rozptyly všech sledovaných skladů , 0010 a 0020 a pohybů „in“ a „out“ mají P-value >0,05 (viz zpráva na Obr. 19), proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl. Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro

vyhodnocení pohybu materiálu v jednotlivých skladech. Výsledné zprávy jsou pak uvedeny na Obr. 20.



Obr. 20 - Výsledné zprávy jednofaktorové anovy pro oba sklady
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

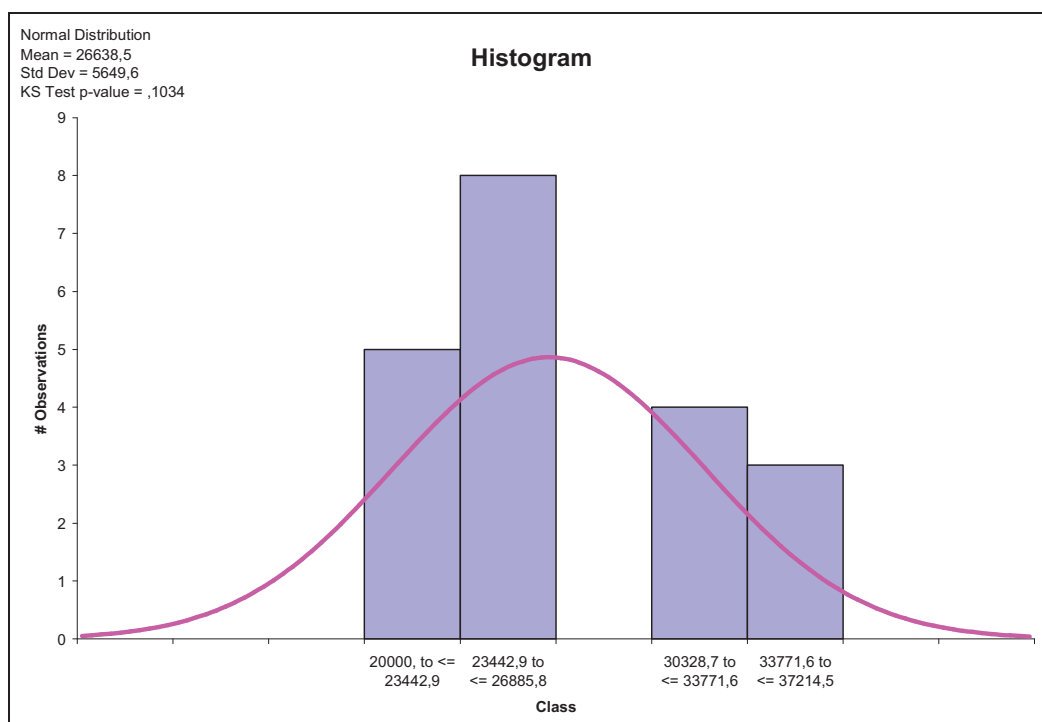
Podle zprávy 1 faktorové anovy, kde je posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nelze zamítnout nulovou hypotézu H_0 . V tomto případě u skladu 0010 je P-hodnota = 0,771, pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě nelze tedy zamítnout tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.

Avšak v případě skladu 0020, kde je posuzována P-hodnotu, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, v našem případě P-hodnota = 0,043, tedy menší než je přípustná hodnota pro nezamítnutí hypotézy, pak je dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data pocházejí ze stejného rozdělení, tedy nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě lze zamítnout tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0020 dovnitř i ven ze skladu.

Příloha 4 – Vyhodnocení materiálů 10810759, 10810760 a 10864993 po implementaci nápravných opatření ve fázi kontroly.

Materiál 10810759

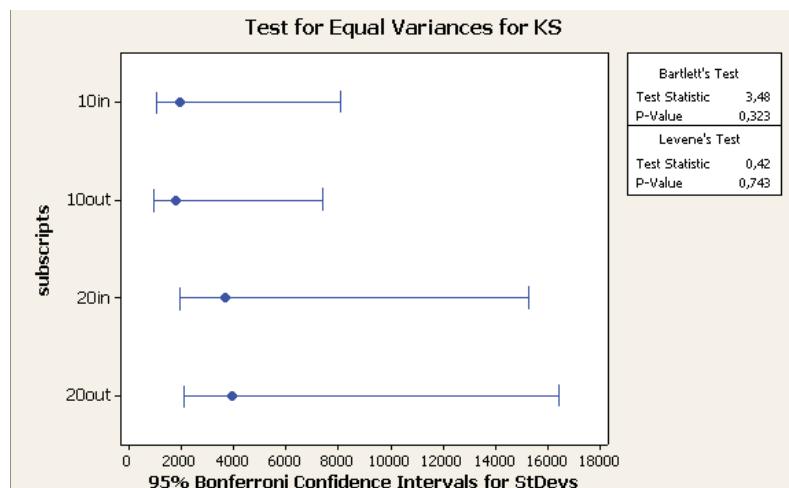
Pro materiál 10810759 byl proveden test normality pomocí softwaru SPCXL (viz Obr. 1) a test rozptylu dat pomocí programu MINITAB (viz Obr. 2).



Obr. 1 - test normality pro materiál 10810759

Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10810759, bylo vyhodnoceno P-value 0,1034, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.



Obr. 2 - Test rozptylu pro materiál 10810759

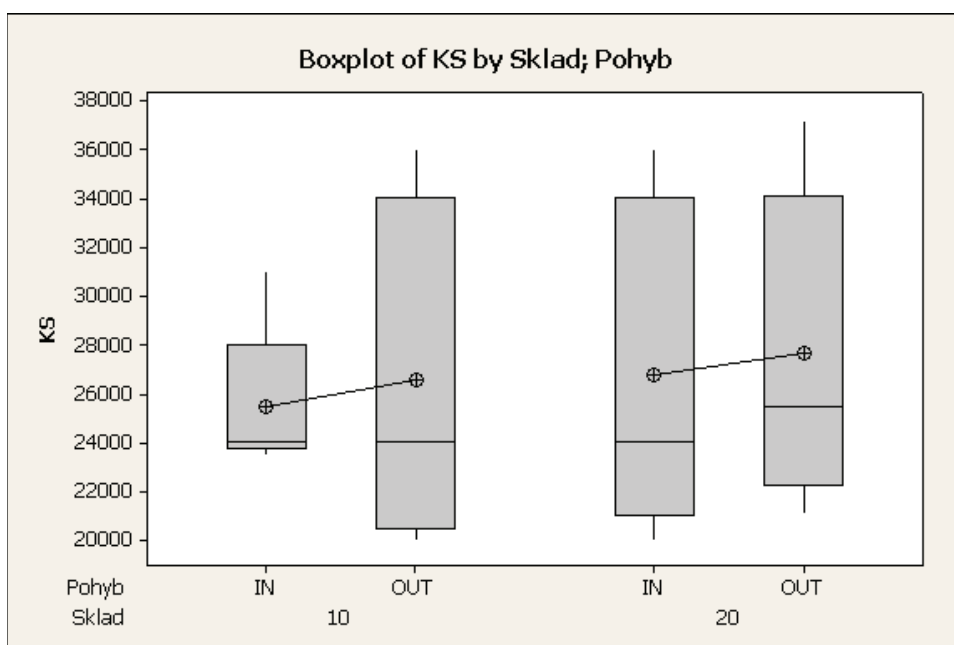
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10810759 bylo vyhodnoceno P-value, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že rozptyly dat se neliší. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna. Výsledná zpráva dvoufaktorové Anovy a krabicový graf jsou pak zobrazeny na Obr. 3 a Obr. 4.

Two-way ANOVA: KS versus Sklad; Pohyb					
Source	DF	SS	MS	F	P
Sklad	1	6926645	6926645	0,19	0,672
Pohyb	1	4772645	4772645	0,13	0,725
Interaction	1	75645	75645	0,00	0,965
Error	16	594661016	37166314		
Total	19	606435951			

S = 6096 R-Sq = 1,94% R-Sq(adj) = 0,00%

Obr. 3 - Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy pro materiál 10810759
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



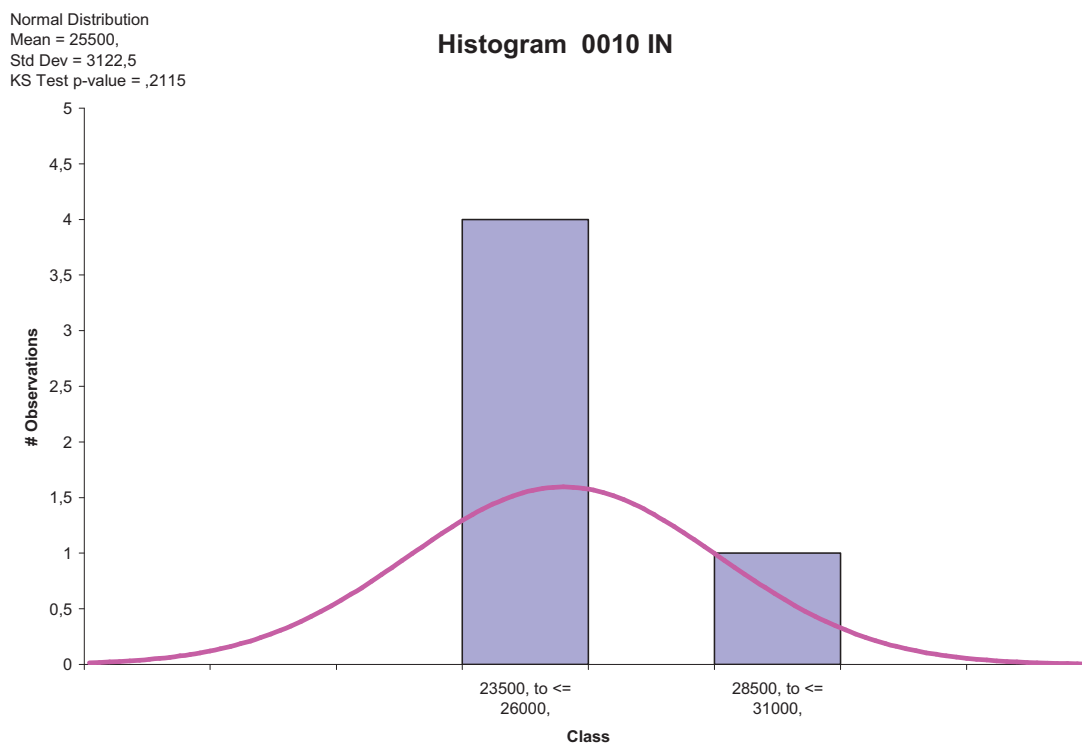
Obr. 4 - Krabicový graf pro materiál 10810759
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle zprávy 2 faktorové anovy, kde je posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$ (P-value = 0,335 Sklad a P-value = 0,847 Pohyb), pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě nelze zamítnout tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

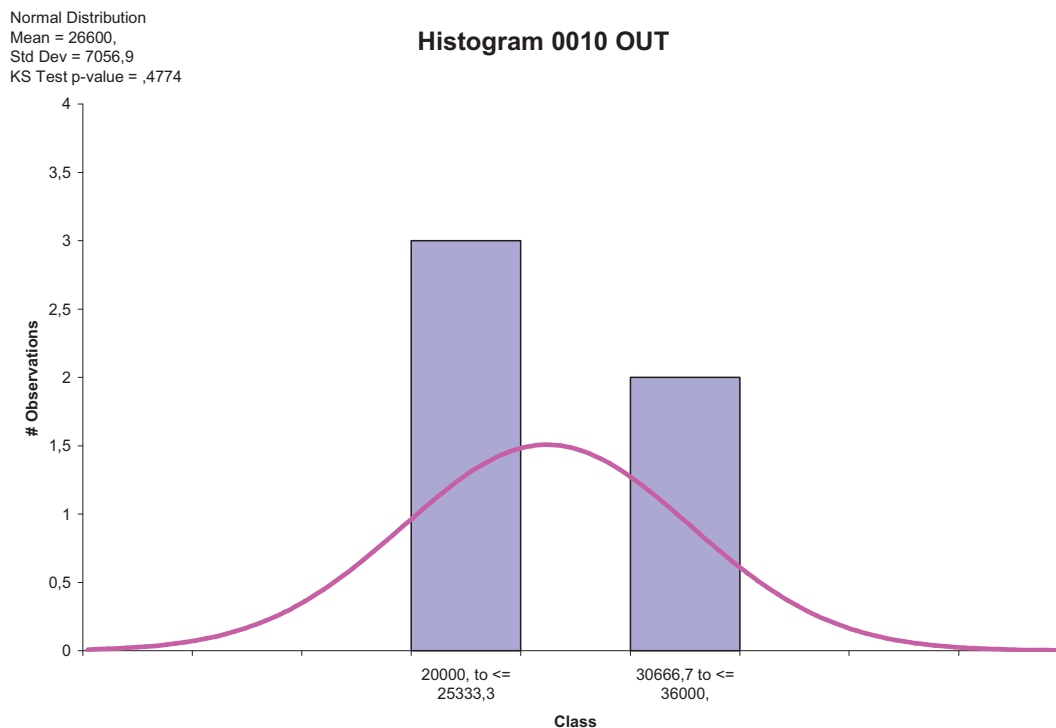
Pro rozsáhlost této práce již nebylo dále pokračováno s testováním pomocí jednofaktorových anov.

Jednofaktorová Anova

Test normality jednotlivých výběrů byl proveden v programu SPCXL (viz Obr. 5, Obr. 6, Obr. 7 a Obr. 8)



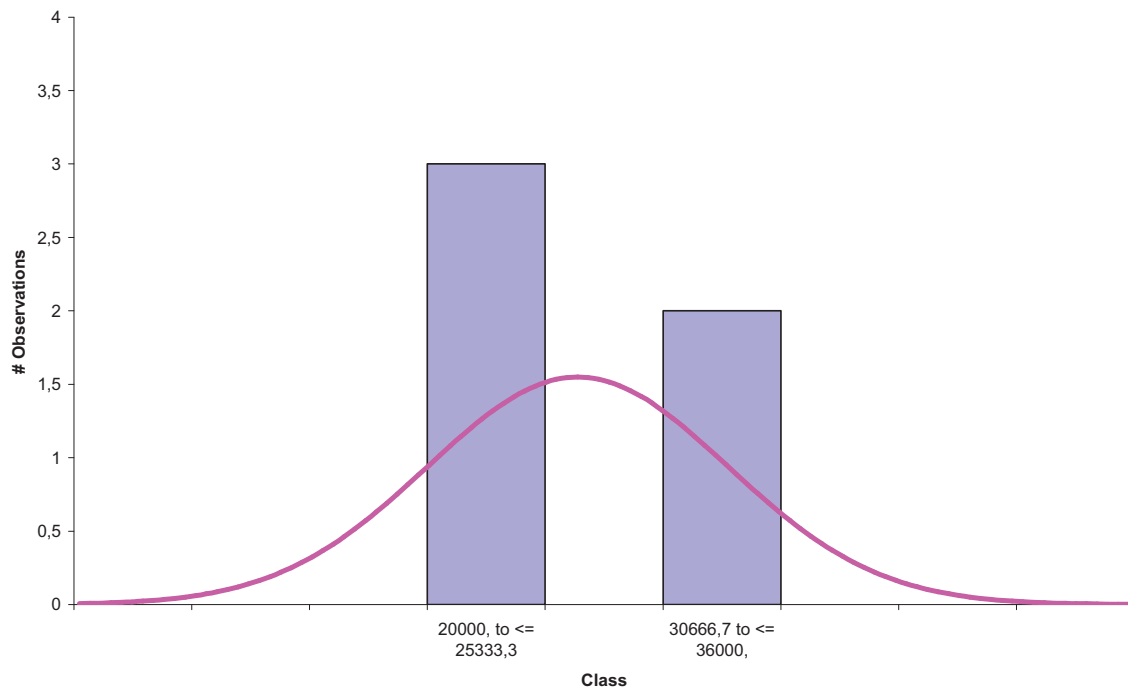
Obr. 5 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb IN
Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL



Obr. 6 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb OUT
Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

Normal Distribution
Mean = 26800,
Std Dev = 6870,2
KS Test p-value = ,4420

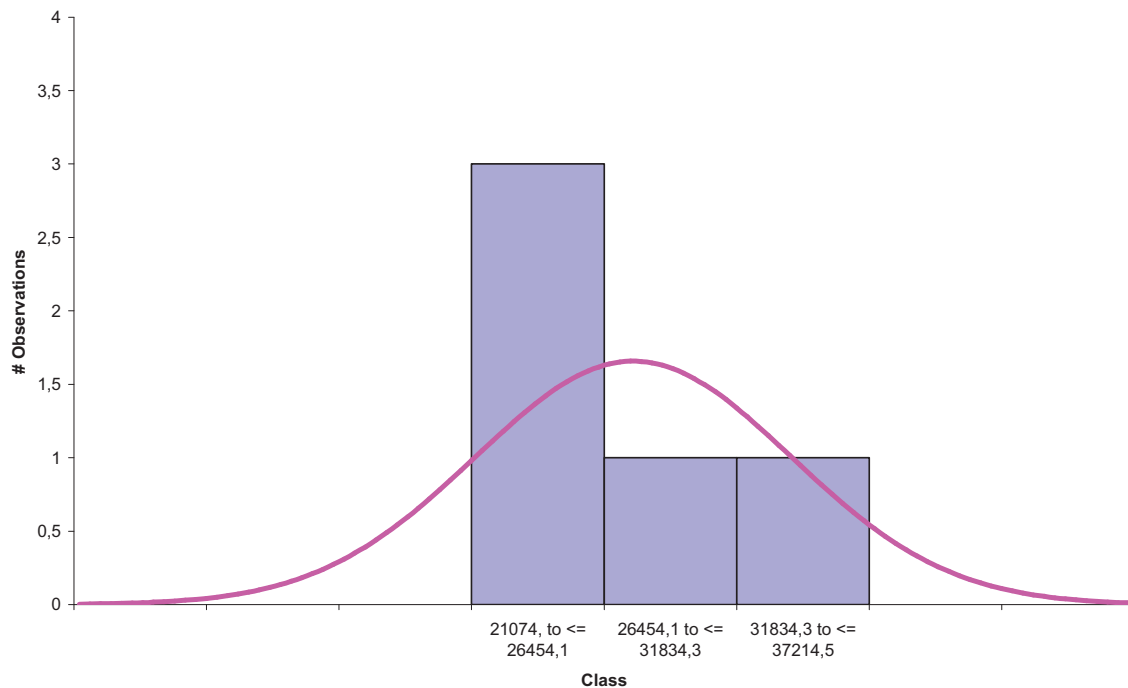
Histogram 0020 IN



Obr. 7 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb IN
Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

Normal Distribution
Mean = 27654,1
Std Dev = 6474,4
KS Test p-value = ,5105

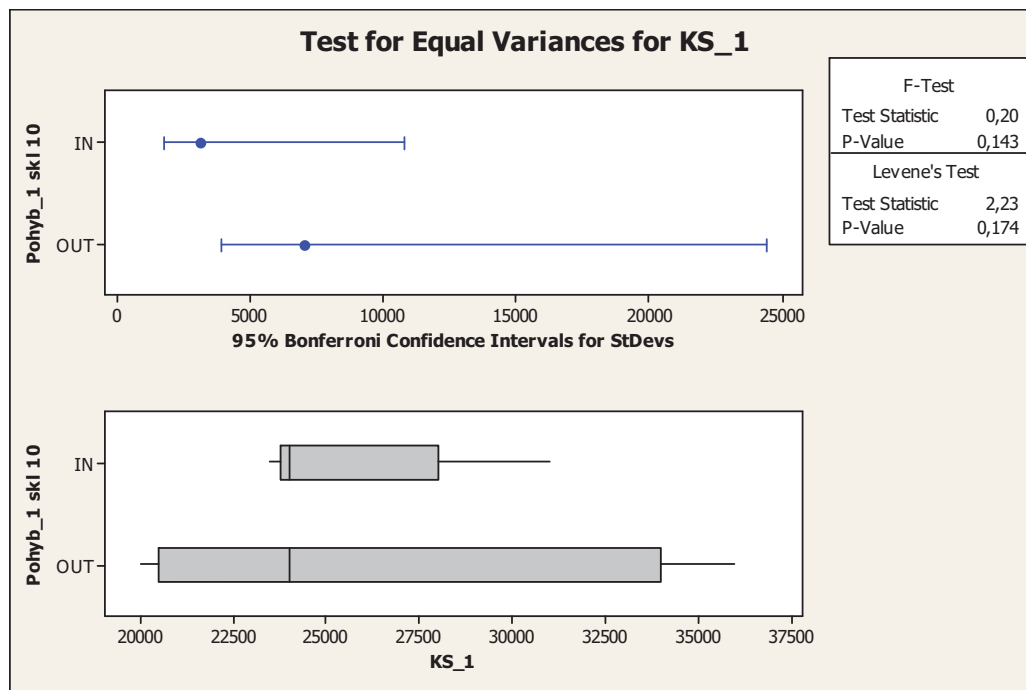
Histogram 0020 OUT



Obr. 8 – Test normality pro sklad 0020 a pohyb OUT
Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

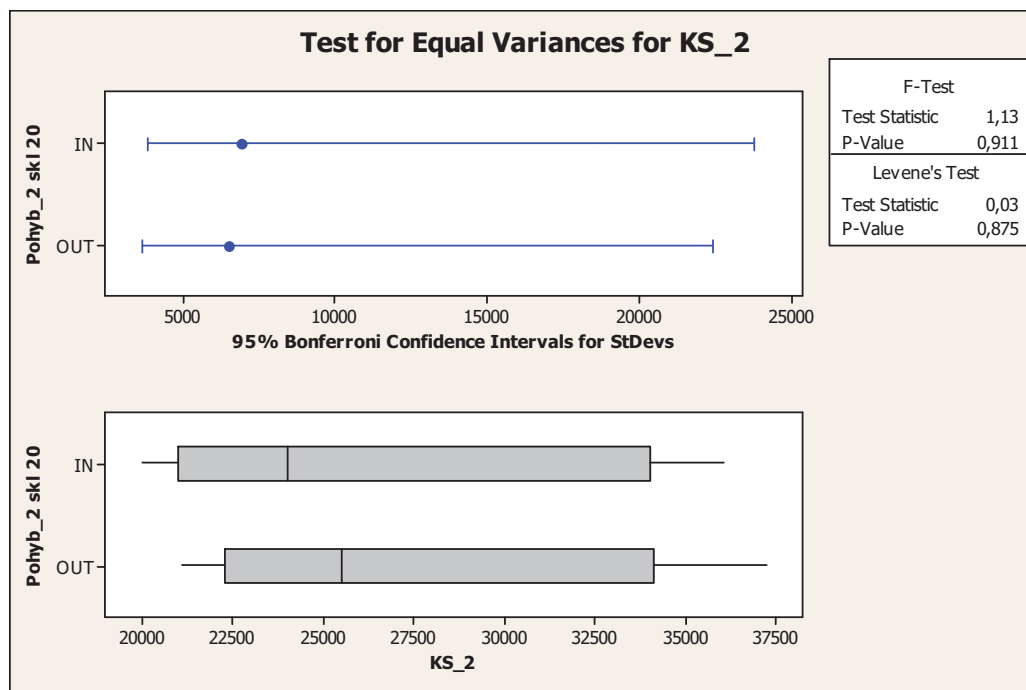
Data všech sledovaných pohybů mají P-value jsou větší než 0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají normální rozdělení.

Test rozptylu dat pro sklady 0010 a 0020 je pak znázorněn na Obr. 9 a Obr. 10.



Obr. 9 – Test rozptylu dat sklad 0010 a pohyby IN i OUT

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

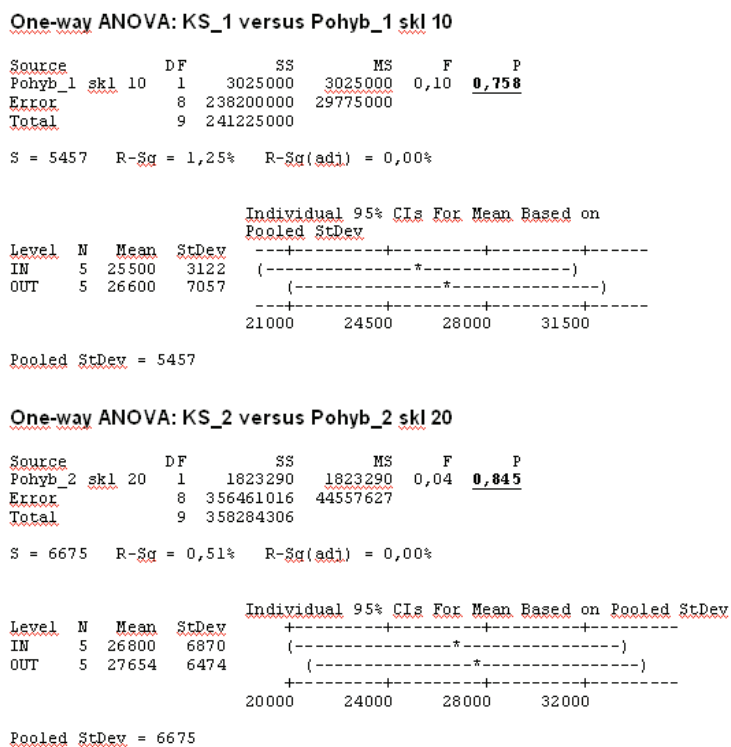


Obr. 10 – Test rozptylu dat sklad 0020 a pohyby IN i OUT

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Rozptyly všech sledovaných skladů 0010 a 0020 a pohybů „in“ a „out“ mají P-value větší než 0,05 a proto nemáme dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl.

Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro vyhodnocení pohybu materiálu. Výsledné zprávy 1 faktorové anovy pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 jsou znázorněny na Obr. 11.



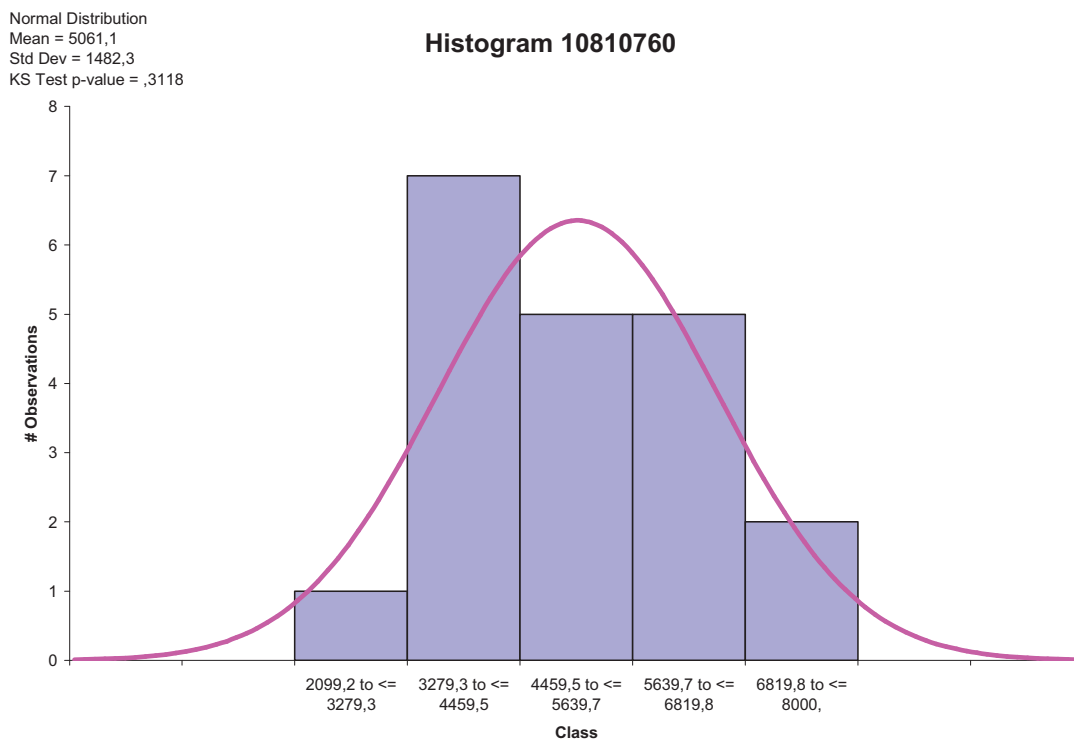
Obr. 11 - Výsledná zpráva jednofaktorové anovy
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle zprávy 1 faktorové anovy, kde je posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nebude zamítnuta nulová hypotéza H_0 . V našem případě u skladu 0010 je P-hodnota rovna 0,758, tzn. že není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nebude zamítnuta nulová hypotéza, tzn. tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.

I v případě skladu 0020, kde je P-hodnota rovna 0,845, pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nulová hypotéza nemůže být zamítnuta, tedy nemůže být zamítnuto tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.

Materiál 10810760

Pro data materiálu 10810760 vložená do programu SPCXL byl nejdříve proveden test normality (viz Obr. 12), aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.

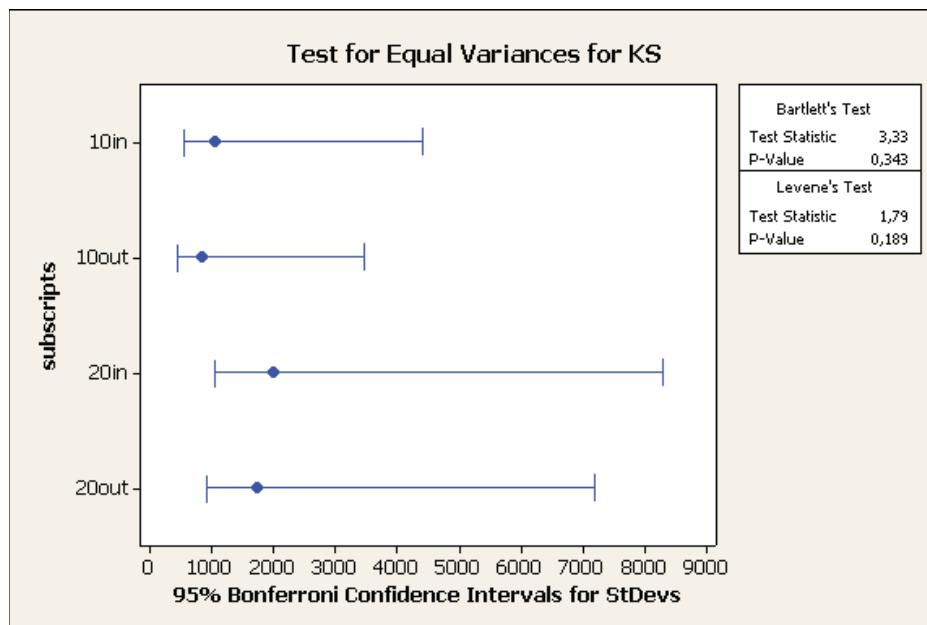


Obr. 12 – Test normality pro data materiálu 10810760

Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10810760, bylo vyhodnoceno, že P-value je rovno 0,3118 , pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna.

Test rozptylu dat byl proveden pro uvedená data v programu MINITAB (viz Obr. 13), aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.



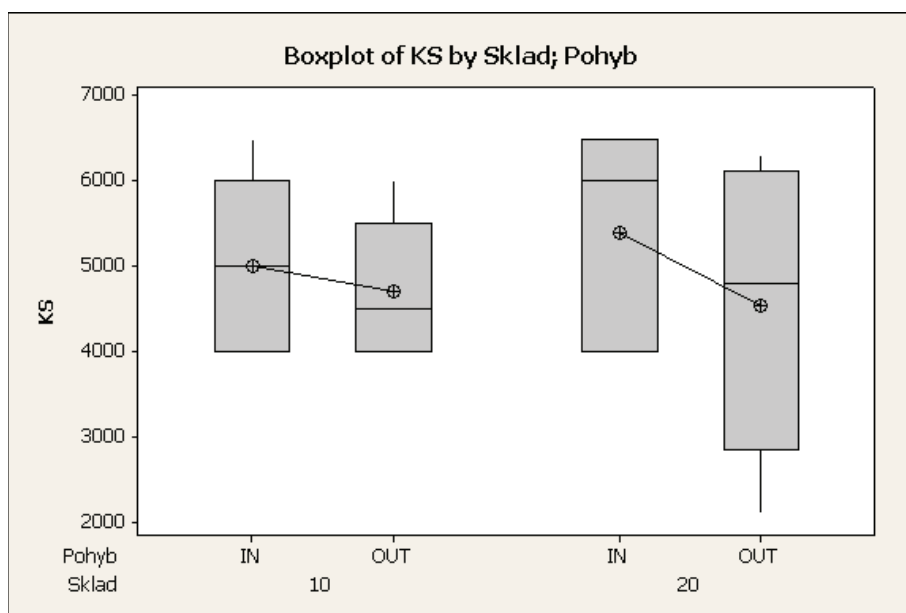
Obr. 13 – Test rozptylu pro materiál 10810759
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10810759 bylo vyhodnoceno P-value, pro kterou platí, je-li P-hodnota větší než 0,05 , pak nemáme dostatek důkazů zamítnout H_0 tvrzení, že rozptyly dat se neliší. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna. Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy a krabicový graf jsou uvedeny na Obr. 14 a Obr. 15

Two-way ANOVA: KS versus Sklad; Pohyb					
Source	DF	SS	MS	F	P
Sklad	1	74786	74786	0,05	0,833
Pohyb	1	1668686	1668686	1,03	0,326
Interaction	1	385586	385586	0,24	0,633
Error	16	26035493	1627218		
Total	19	28164553			

S = 1276 R-Sq = 7,56% R-Sq(adj) = 0,00%

Obr. 14 - Výsledná zpráva pro dvoufaktorovou anovu
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

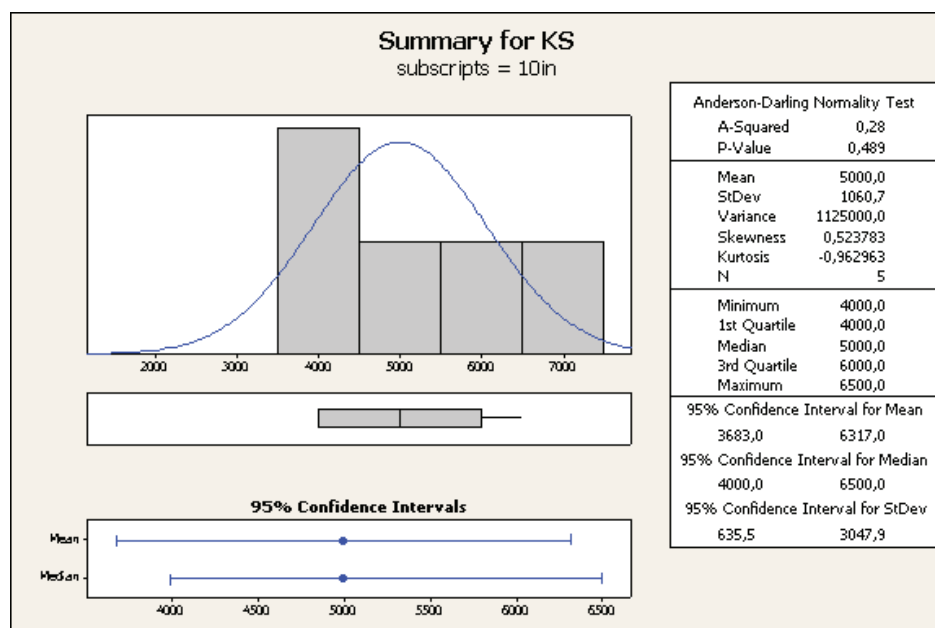


Obr. 15 - Krabicový graf dvoufaktorové anovy
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

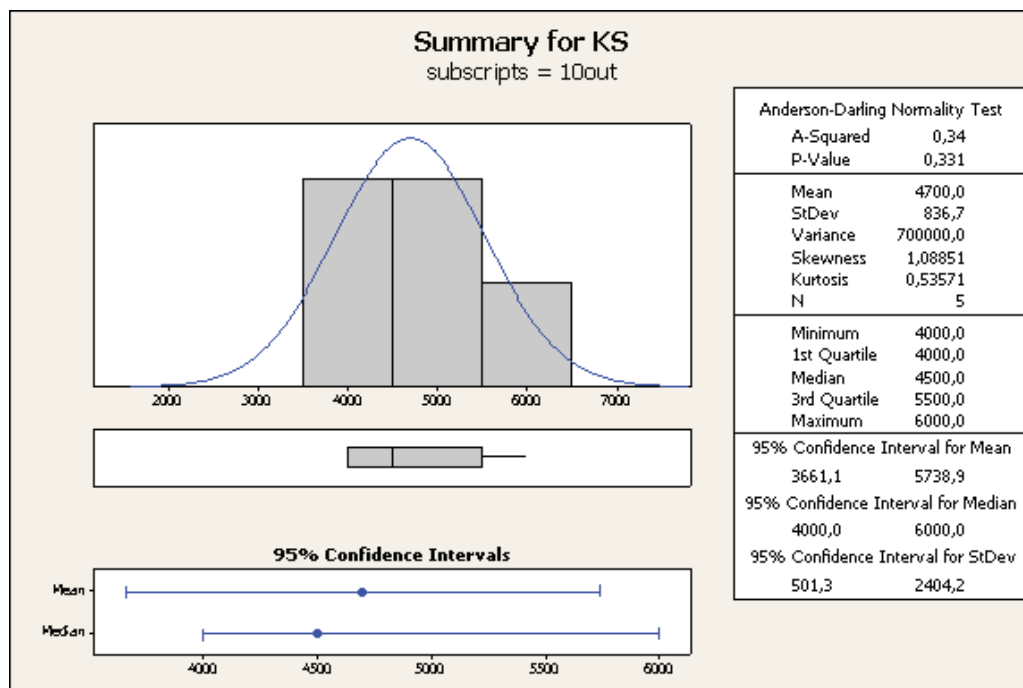
Podle zprávy 2 faktorové anovy, bylo posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota větší než 0,05 (P-value = 0,833 Sklad a P-value = 0,326 Pohyb), pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nebude zamítnuta nulová hypotéza tedy nebude zamítnuto tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

Jednofaktorová Anova

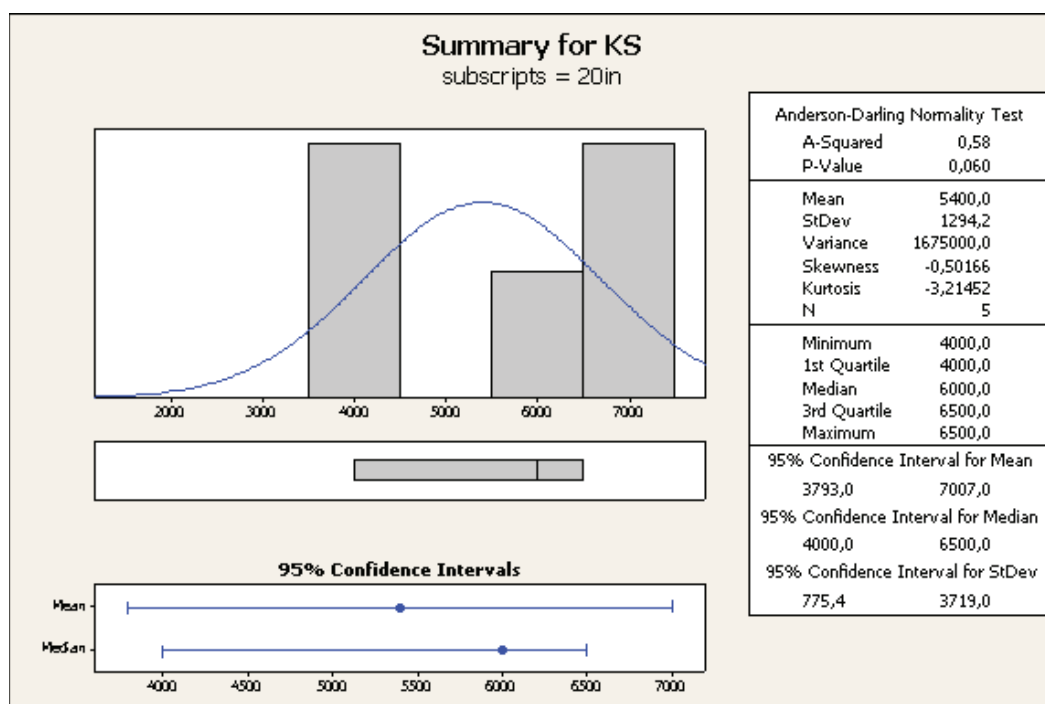
Nejprve je nutné jako v předchozích krocích provést test normality jednotlivých výběrů viz Obr. 16, Obr. 17, Obr. 18 a Obr. 19.



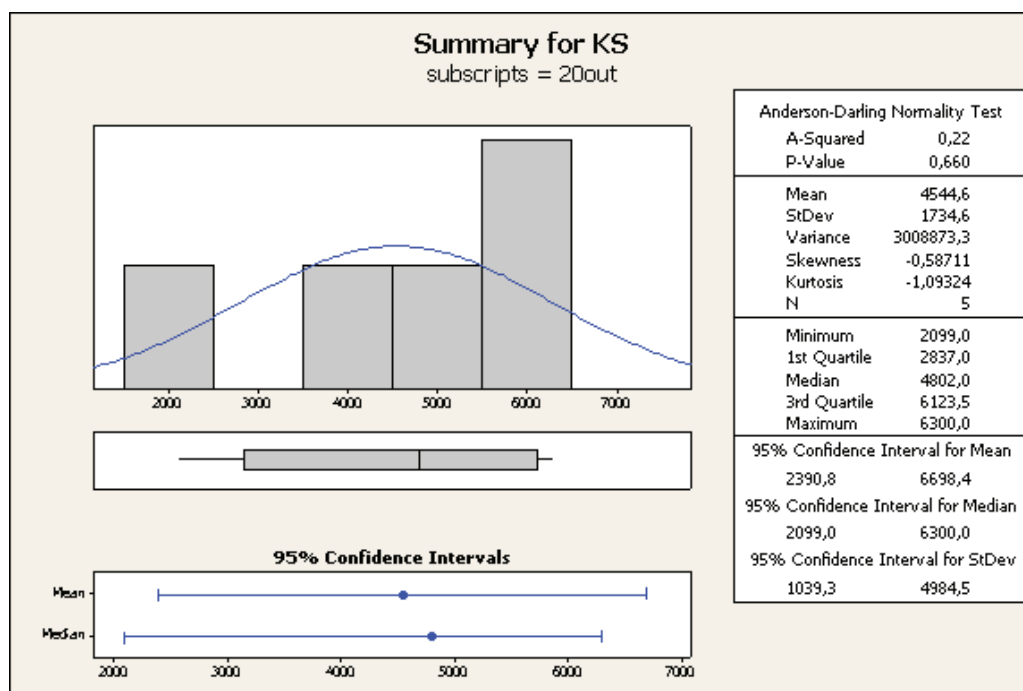
Obr. 16 – Test normality pro sklad 0010 a pohyb IN
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



Obr. 17 - Test normality pro sklad 0010 a pohyb OUT
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



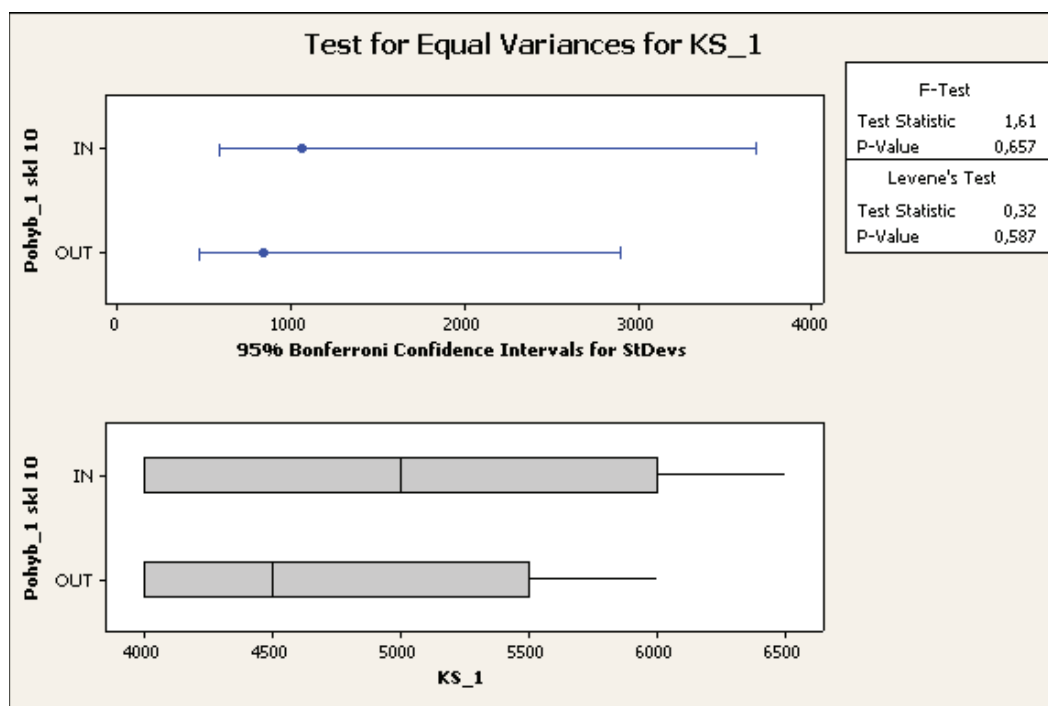
Obr. 18 - Test normality pro sklad 0020 a pohyb IN
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



Obr. 19 - Test normality pro sklad 0020 a pohyb OUT

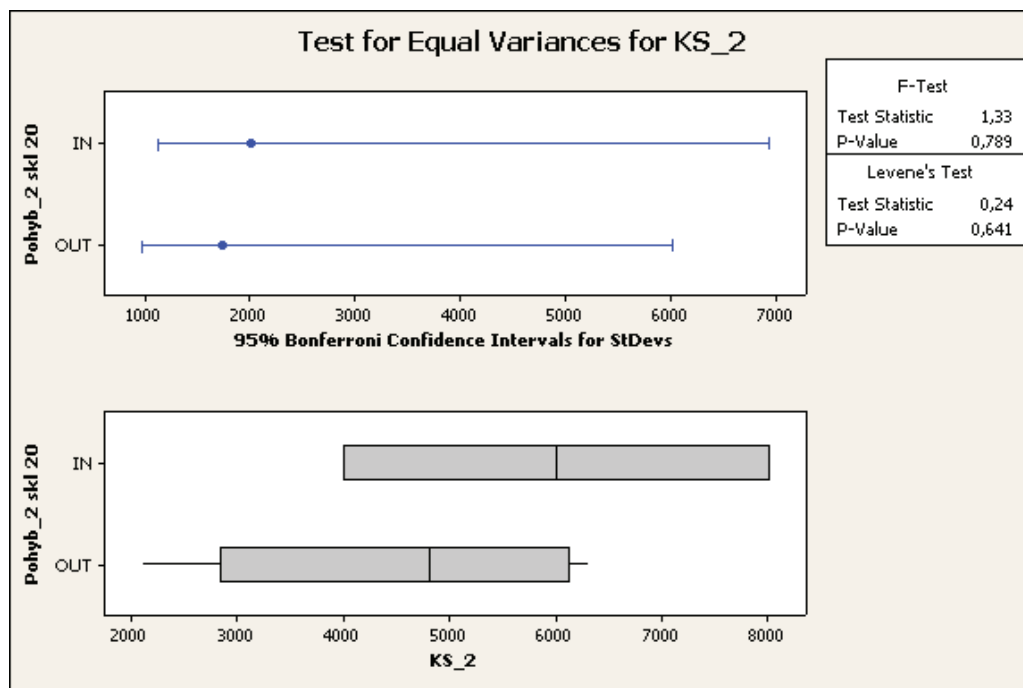
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Data všech sledovaných pohybů mají P-value $> 0,05$, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají normální rozdělení. Test rozptylu dat byl proveden opět v programu MINITAB a je znázorněn na Obr. 20 pro sklad 0010 a Obr. 21 pro sklad 0020.



Obr. 20 – Test rozptylu pro sklad 0010

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



Obr. 21 – Test rozptylu pro sklad 0020
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Rozptyly všech sledovaných skladů , 0010 a 0020 a pohybů „in“ a „out“ mají P-value je větší než 0,05, proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl. Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro vyhodnocení pohybu materiálu. Výsledné zprávy jednofaktorové anovy pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 jsou uvedeny na Obr. 22.

One-way ANOVA: KS_1 versus Pohyb_1 skl 10

Source	DF	SS	MS	F	P
Pohyb_1 skl 10	1	225000	225000	0,25	0,633
Error	8	7300000	912500		
Total	9	7525000			

S = 955,2 R-Sq = 2,99% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
IN	5	5000,0	1060,7	(-----+-----+-----+-----+-----+)
OUT	5	4700,0	836,7	(-----+-----+-----+-----+-----+)

Pooled StDev = 955,2

One-way ANOVA: KS_2 versus Pohyb_2 skl 20

Source	DF	SS	MS	F	P
Pohyb_2 skl 20	1	5295473	5295473	1,51	0,254
Error	8	28035493	3504437		
Total	9	33330966			

S = 1872 R-Sq = 15,89% R-Sq(adj) = 5,37%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
IN	5	6000	2000	(-----+-----+-----+-----+-----+)
OUT	5	4545	1735	(-----+-----+-----+-----+-----+)

Pooled StDev = 1872

Obr. 22 – Výsledné zprávy jednofaktorové anovy
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

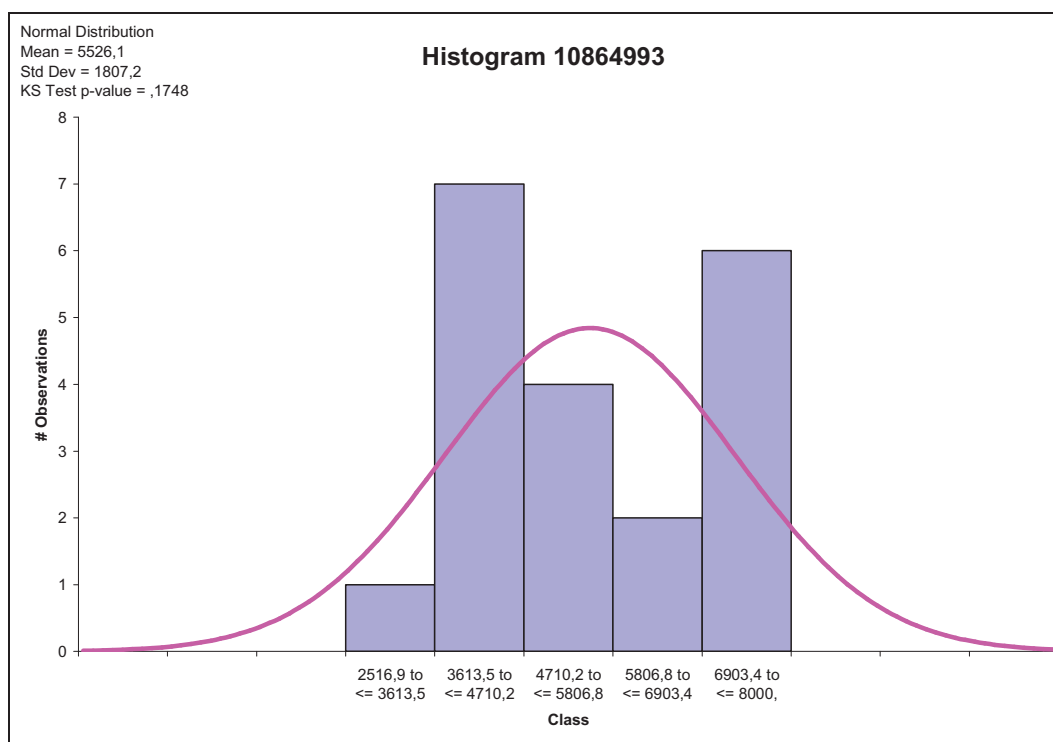
Podle zprávy 1 faktorové anovy, kde byla posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nebude zamítnuta nulová hypotéza H_0 . V tomto případě u skladu 0010 je P-hodnota rovna 0,633 a není tak dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nulová hypotéza nebude zamítnuta, tzn. že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.

I v případě skladu 0020, kde je posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota je větší než 0,05, v tomto případě P-hodnota je rovna 0,254, pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nulová hypotéza nebude zamítnuta, tzn. nebude zamítnuto tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.

Materiál 10864993

Pro data materiálu 10864993 vložená do programu SPCXL byl nejdříve proveden test normality (viz **Obr. 23**), aby se prověřilo, zda je možno použít pro další postup analytický nástroj anova.

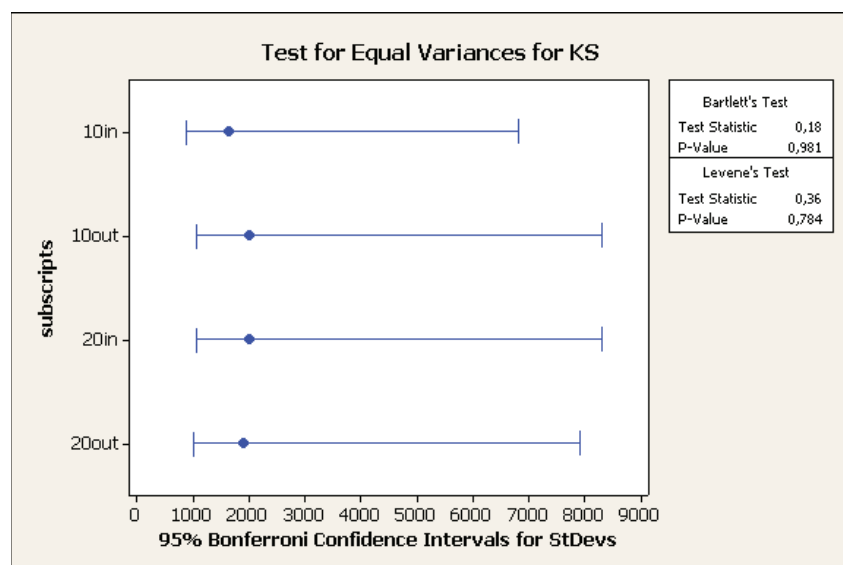
Test normality - použito softwaru SPCXL



Obr. 23 – Test normality u materiálu 10864993

Zdroj: Vlastní zpracování v programu SPCXL

Podle testu normality dat pohybů materiálu 10864993 bylo vyhodnoceno P-value 0,1748 , pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna. Pro použití Anovy je potřeba také provést test rozptylu dat u materiálu 10864993, který je zobrazen na Obr. 24.



Obr. 24 – Test rozptylu dat u materiálu 10864993

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

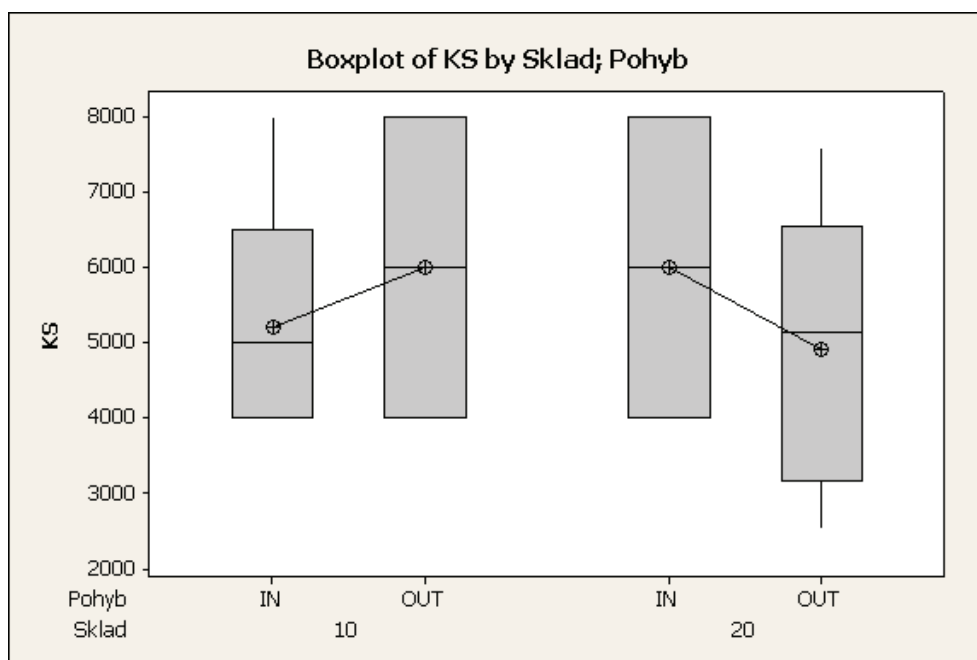
Podle Bartlettova testu rozptylu dat pohybů materiálu 10864993, bylo vyhodnoceno P-value, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tvrzení, že rozptyly dat se neliší. Tímto je podmínka pro možnost použití Anovy splněna a její výsledná zpráva a krabicový graf jsou uvedeny na Obr. 25 a Obr. 26.

Two-way ANOVA: KS versus Sklad; Pohyb						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Sklad	1	109076	109076	0,03	0,864	
Pohyb	1	109076	109076	0,03	0,864	
Interaction	1	4490676	4490676	1,25	0,280	
Error	16	57345773	3584111			
Total	19	62054603				

S = 1893 R-Sq = 7,59% R-Sq(adj) = 0,00%

Obr. 25 – Výsledná zpráva dvoufaktorové anovy pro materiál 10864993

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

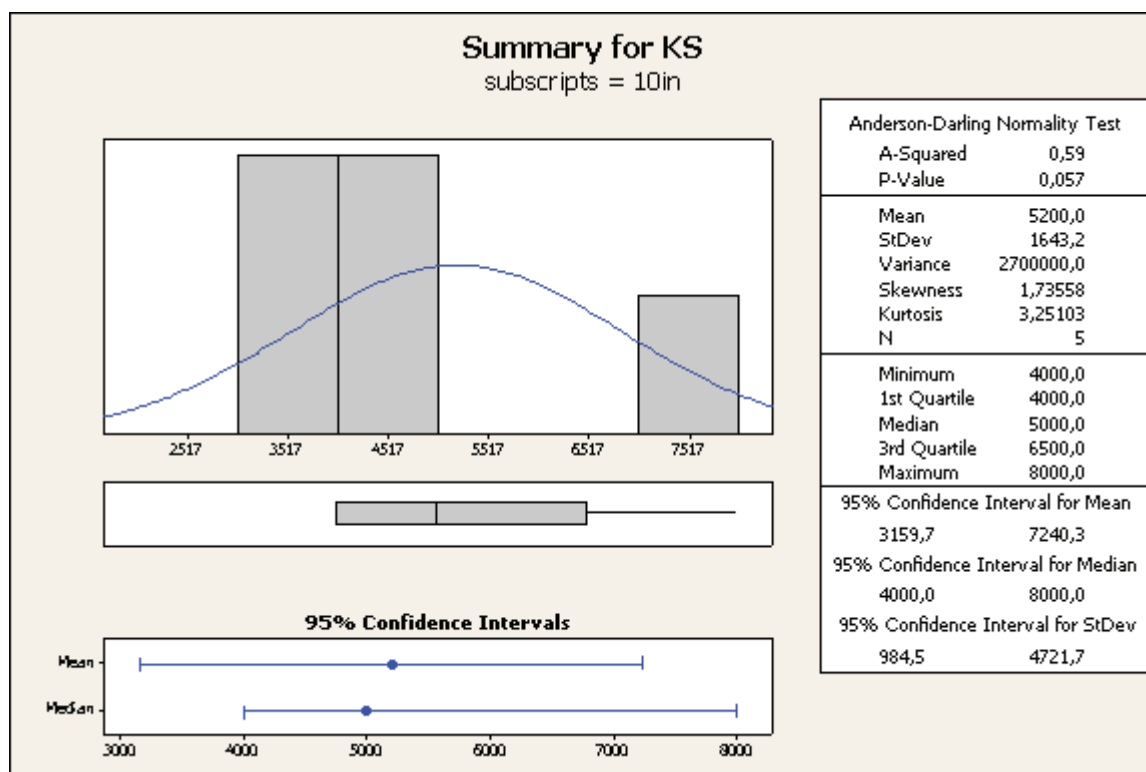


Obr. 26 – Krabicový graf pro materiál 10864993
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

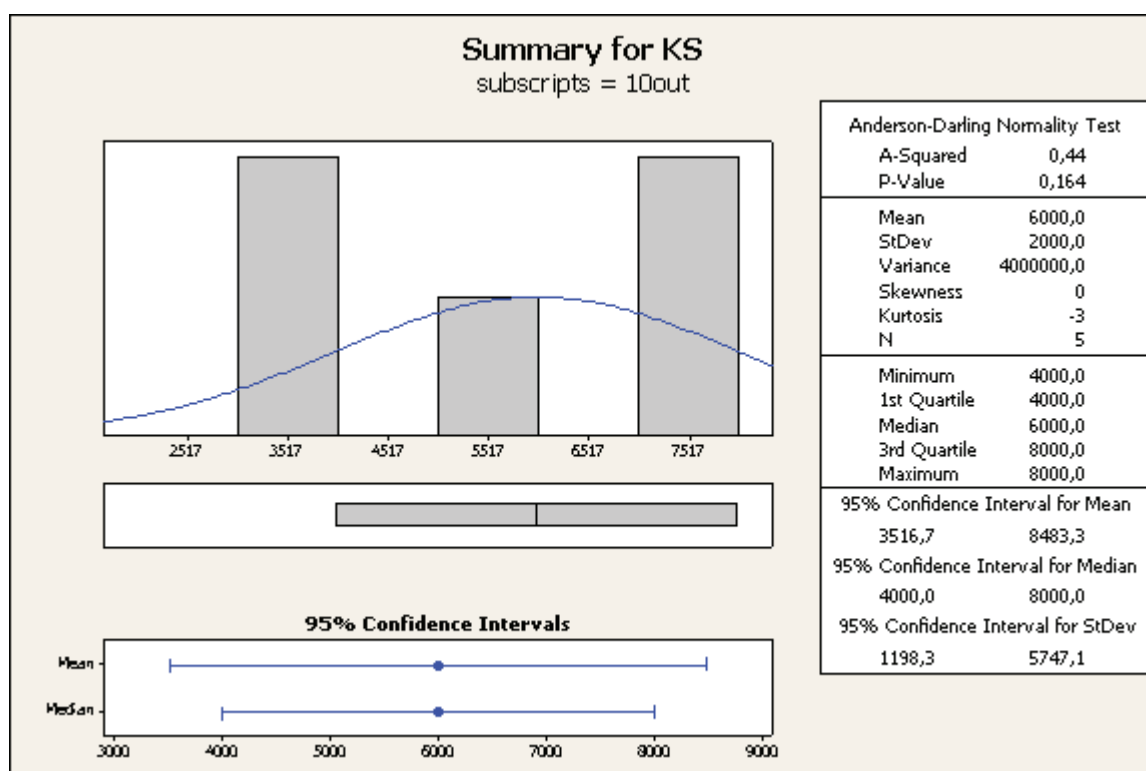
Podle zprávy 2 faktorové anovy, kde bylo opět posuzována P- hodnota, pro kterou platí: je-li P-hodnota větší než 0,05 ($P\text{-value} = 0,864$ Sklad a $P\text{-value} = 0,864$ Pohyb), pak není dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy že nemají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nulová hypotéza nebude zamítnuta neboli v tomto případě nebude zamítnuto tvrzení, že materiál prochází oběma sklady ve stejných množstvích.

Jednofaktorová Anova

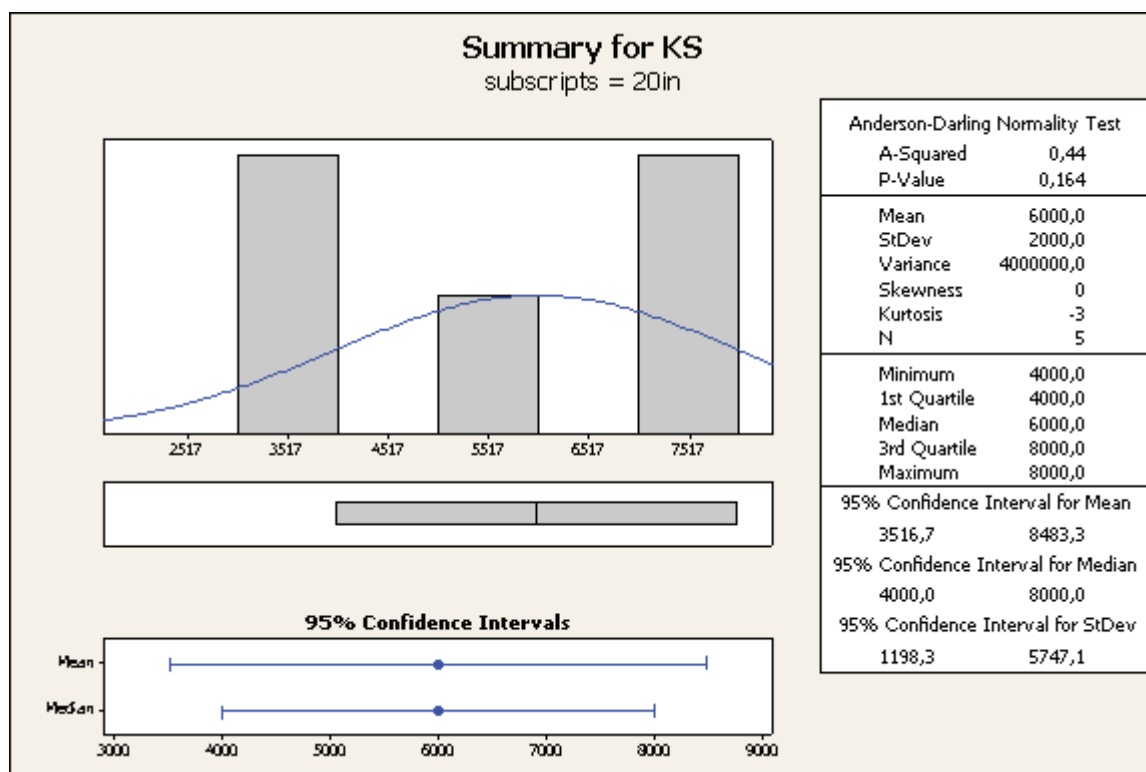
Nejprve je nutné jako v předchozích krocích provést test normality jednotlivých výběrů viz **Obr. 27, Obr. 28, Obr. 29 a Obr. 30.**



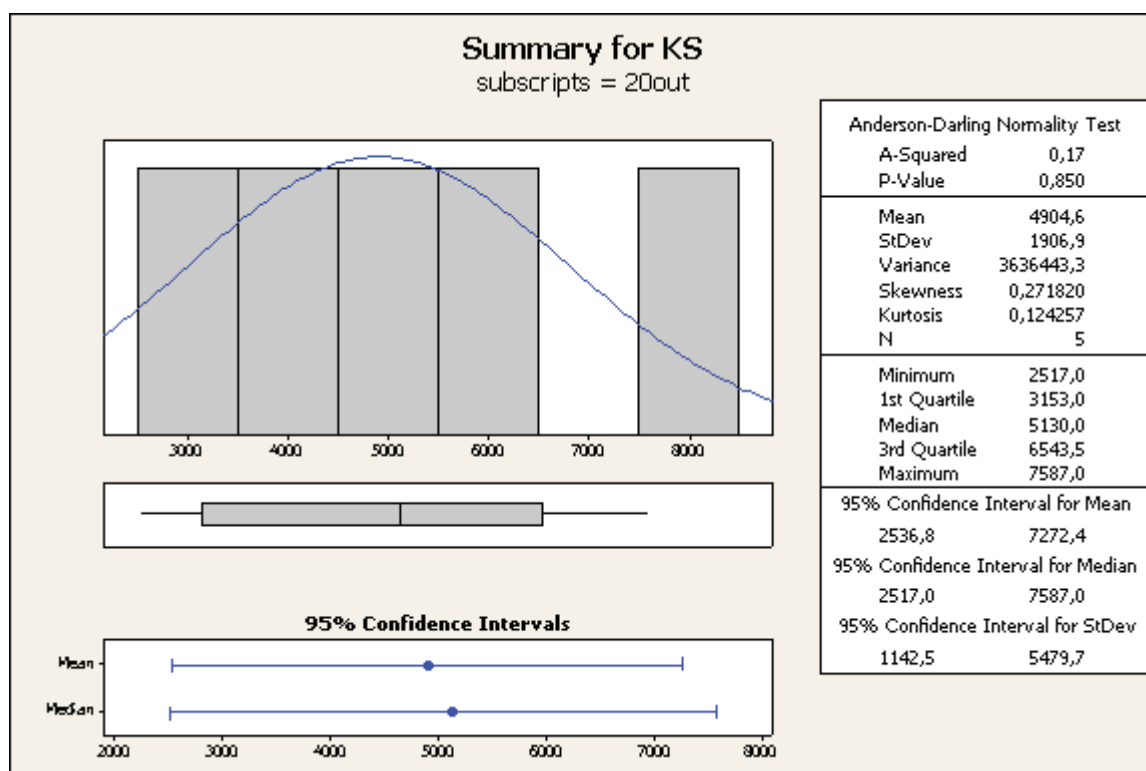
Obr. 27 - Test normality pro sklad 0010 a pohyb IN
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



Obr. 28 - Test normality pro sklad 0010 a pohyb OUT
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

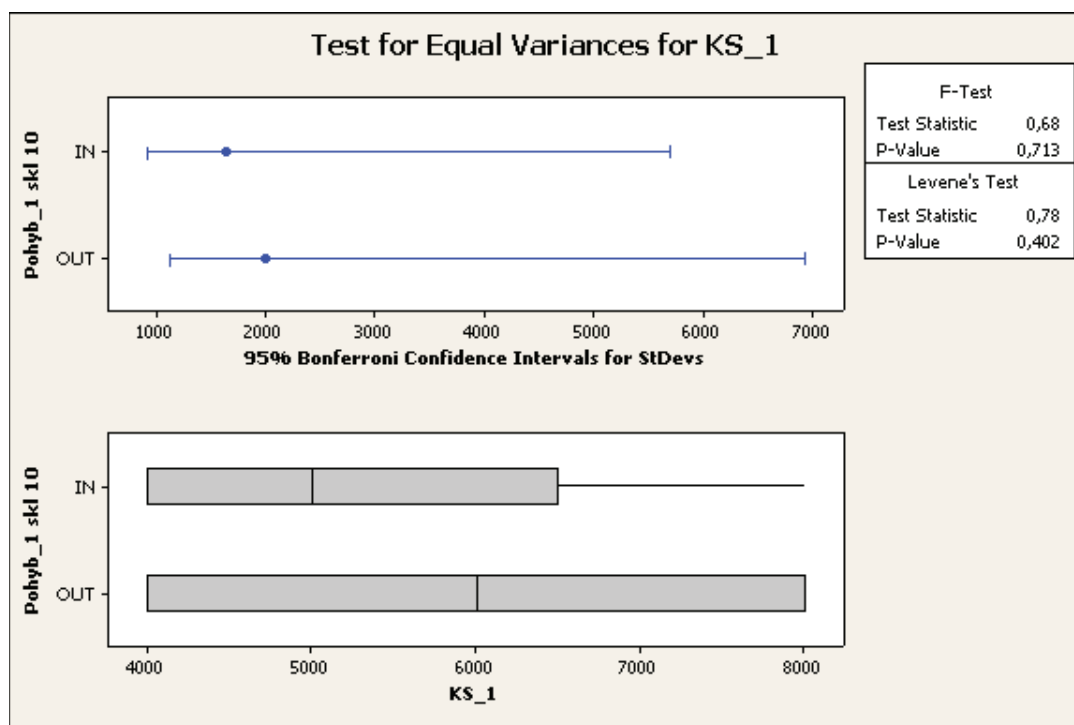


Obr. 29 - Test normality pro sklad 0020 a pohyb IN
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

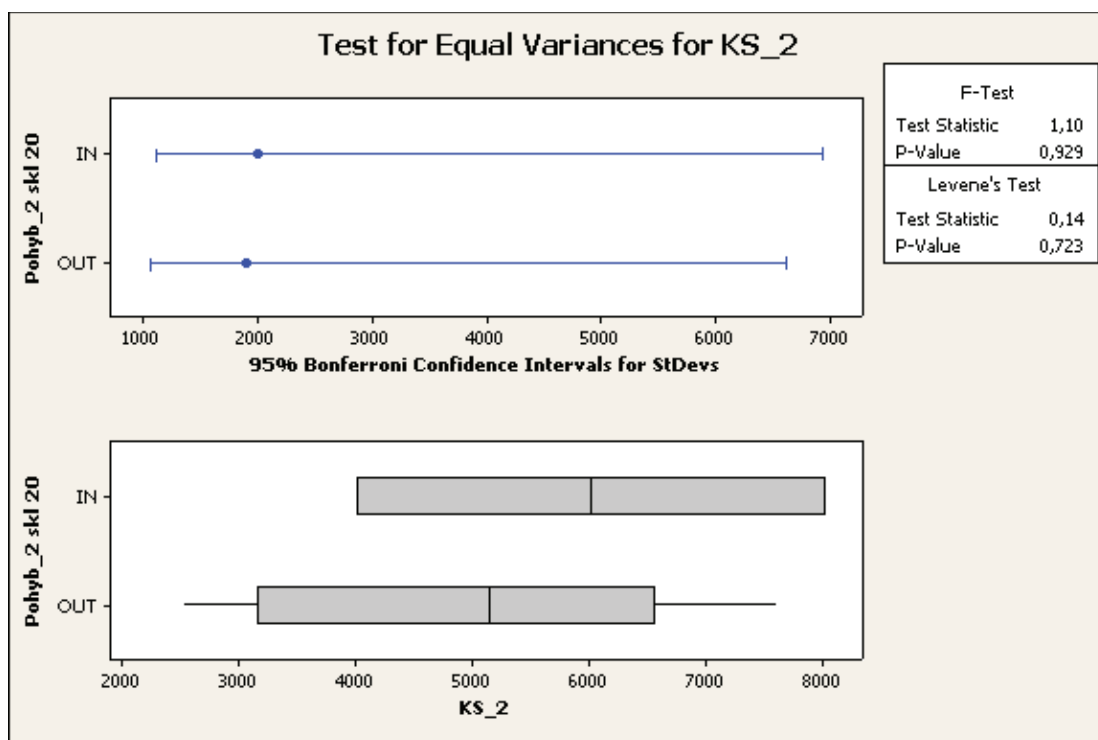


Obr. 30 - Test normality pro sklad 0020 a pohyb OUT
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Data všech sledovaných pohybů mají P-value větší než je hodnota 0,05 a proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají normální rozdělení. Zároveň je nutné opět provést test normality dat, jehož výsledky jsou pro sklad 0010 a 0020 zobrazeny na Obr. 31 a Obr. 32.



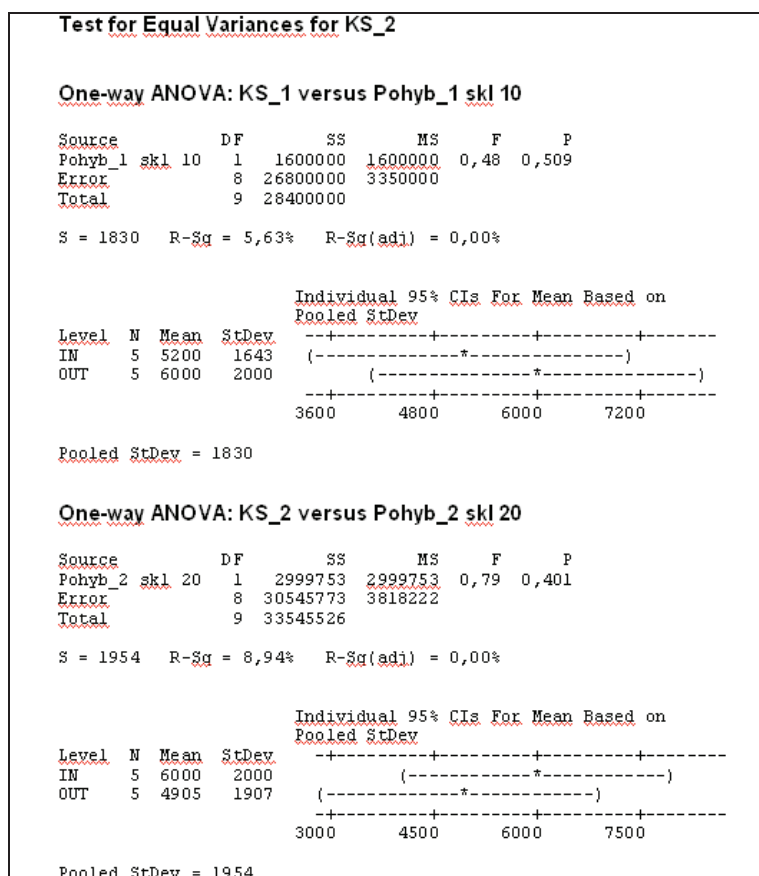
Obr. 31 – Test rozptylu dat pro sklad 0010
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB



Obr. 32 – Test rozptylu dat pro sklad 0020
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Rozptyly všech sledovaných skladů 0010 a 0020 a pohybů „in“ a „out“ mají P-value větší než je hodnota 0,05 a proto není dostatek důkazů zamítnout H_0 , tj. že nemají neshodný rozptyl.

Testy na normalitu dat a rozptyl umožňují použít jednofaktorovou anovu pro vyhodnocení pohybu materiálu a její výsledné zprávy pro oba sklady, tj. 0010 a 0020 jsou uvedeny na **Obr. 33**.



Obr. 33 – Výsledná zpráva jednofaktorové anovy pro materiál 10864993
Zdroj: Vlastní zpracování v programu MINITAB

Podle zprávy jednofaktorové anovy, kde byla posuzována P-hodnota, pro kterou platí, je-li P-hodnota $> 0,05$, pak nezamítáme nulovou hypotézu H_0 . V tomto případě u skladu 0010 je P-hodnota = 0,509 a není tak dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nebude zamítnuta nulová hypotéza, tzn. tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu. Vizualně zobrazeno krabicovým grafem.

I v případě skladu 0020 je P-hodnota $> 0,05$ (P-hodnota = 0,401) a není tak dostatek důkazů zamítnout tvrzení, že data nepocházejí ze stejného rozdělení, tedy mají stejný průměr a rozptyl. To znamená, že nulová hypotéza nebude opět zamítnuta a nebude tak zamítnuto ani tvrzení, že materiál prochází ve stejných množstvích v případě skladu 0010 dovnitř i ven ze skladu.